# DÉGAGEMENT MÉCANIQUE ET MANUEL DE JEUNES PLANTATIONS DE CONIFÈRES

## Étude de productivité et d'efficacité 1983-1988

RAPPORT SYNTHÈSE 1989

ÉTUDE RÉALISÉE PAR:
LE FONDS DE RECHERCHES ET DE DÉVELOPPEMENT FORESTIER, FRDF INC.

Québec

90-04812/

# DÉGAGEMENT MÉCANIQUE ET MANUEL DE JEUNES PLANTATIONS DE CONIFÈRES: ÉTUDE DE PRODUCTIVITÉ ET D'EFFICACITÉ 1983-1988

RAPPORT SYNTHÈSE
JUILLET 1989

JEAN-PIERRE ADAM, ING.F.
SERVICE DE LA RÉGÉNÉRATION FORESTIÈRE

ÉTUDE RÉALISÉE PAR:

LE FONDS DE RECHERCHES ET DE DÉVELOPPEMENT FORESTIER, FRDF INC.

POUR LE:

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES

Publié par:
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Direction des communications
200, chemin Sainte-Foy
Québec, Québec G1R 4X7
Tél.: (418) 643-8060

©Gouvernement du Québec
Dépôt légal: 3e trimestre 1989
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN 2-550-20023-3

# RÉSUMÉ

Le présent rapport constitue une synthèse de l'étude de cinq ans sur le dégagement mécanique et manuel de jeunes plantations de conifères réalisées au Québec, entre 1983 et 1988, dans les régions administratives du Bas Saint-Laurent/Gaspésie (01), de Québec (03) et de l'Outaouais (07).

Des résultats d'efficacité des principaux traitements expérimentés sont présentés d'une part, trois ans après dégagement dans des plantations d'épinettes noires (Picea mariana (Mill.) BSP.) colonisées par une végétation concurrente composée majoritairement de framboisier (Rubus idaeus L.) et d'épilobe (Epilobium angustifolium L.) et d'autre part, deux ans après traitement dans des plantations d'épinettes noires et d'épinettes blanches (Picea glauca (Moench) Voss.) colonisées par des feuillus intolérants (principalement Prunus pensylvanica L.F., Acer spicatum Lam., Betula papyrifera Marsh.) et du framboisier.

L'utilisation d'un indice de compétition par classe (hauteur moyenne (m) X couverture de la végétation concurrente ($m^2$/ha) ) a permis de constater que l'intensité de compétition a contribué à réduire significativement le développement en hauteur et en diamètre des plants.

L'étude de productivité, réalisée dans le type framboisier-épilobe (Fr-Ep), a mis en évidence la supériorité de la scie circulaire, suivi des outils manuels (serpe et cisaille) et des traitements d'éradication. Ces trois groupes de traitements se sont distingués entre eux de la même façon en période feuillée et non feuillée, mais les traitements réalisés après la chute des feuilles ont présenté des coûts directs d'opération inférieurs. Des coûts estimés pour les traitements effectués dans le type de compétition Fi-Fr corroborent également l'effet de la période de dégagement sur la productivité des opérations.

Pour les deux types de compétition (framboisier-épilobe; FR-EP, feuillus intolérants-framboisier; FI-FR), la reprise de la végétation concurrente a été relativement vigoureuse à la suite du dégagement, de sorte que 2 ou 3 ans après traitement, des écarts de moins de 15% sur la couverture, le nombre de tiges et la hauteur moyenne ont été observés entre les parcelles témoins et traitées. Cependant, les plants qui ont été libérés de la végétation concurrente durant une certaine période, ont principalement répondu au traitement par une augmentation de leur croissance en diamètre et pour certains secteurs, mais dans une moindre mesure, par une augmentation de la croissance en hauteur.

Ainsi, pour le type Fr-Ep (étudié uniquement dans la région 01), trois ans après le premier traitement, les plants ont réagi (tous traitements, période et nombre d'interventions regroupés) par des gains moyens de 18% sur l'accroissement en diamètre et de 11% sur l'accroissement cumulatif en hauteur par rapport aux plants témoins. (Voir chapitre 5 pour signification statistique des résultats par traitement.)

Les différents modes de traitement (coupe au sol, coupe à hauteur supérieure au plant, éradication) et intensités de dégagement (rayon de 40 et 60 cm autour du plant) ont, dans l'ensemble, tous présentés des résultats comparables quant à la réduction de la végétation concurrente et à l'augmentation de la croissance des plants. Il en est de même, à ce jour, des superficies traitées à une, deux ou trois reprises. Enfin, la période d'intervention (feuillée et non feuillée) n'a pas influencé, de façon marquée, l'efficacité du dégagement dans ce type de compétition.

Dans le type Fi-Fr, deux ans après le premier traitement, les plants ont bénéficié du dégagement en réagissant par une augmentation moyenne de la croissance en diamètre (tous traitements, période et nombre d'interventions regroupés), variant selon les secteurs, de 11% à 48% pour une moyenne générale de 28%. Dans tous les cas, le dégagement en plein a généré des gains supérieurs au dégagement sur bande de 120 cm (2 secteurs sur 4 présentant

des écarts statistiquement significatifs). Quant à l'accroissement cumulatif en hauteur, il n'a pas réagi, à ce jour, de façon significative, montrant des différences moyennes variant, selon les secteurs, de - 9 à + 15% entre les plants traités et témoins, pour une moyenne générale de + 4%.

Des différents modes d'interventions expérimentés (bris partiel des tiges, coupe à hauteur variable, double coupe, coupe et badigeonnage des souches au glyphosate), aucun n'a montré d'avantage significatif, deux ans après traitement, par rapport à la coupe conventionnelle des tiges au niveau du sol (15 cm de hauteur en moyenne). De plus, l'effet d'un second traitement ne s'est manifesté de façon significative, dans les conditions étudiées, que par un gain supplémentaire de 9% sur la croissance en diamètre.

Par ailleurs, l'efficacité des traitements, tant pour réprimer la végétation que pour favoriser la croissance des plants, est supérieure lorsque realisés au cours des mois de juin, juillet et août, par rapport aux mois de septembre et octobre, juillet étant toujours apparu parmi les meilleurs mois.

Enfin, l'analyse coûts/efficacité a permis d'identifier que pour le type de compétition Fr-Ep, les coûts d'opération significativement inférieurs de même que les différences d'efficacité observées entre les saisons tendent à favoriser le dégagement effectué après la chute des feuilles. Pour le type Fi-Fr, les gains en masse anhydre de la tige observés deux ans après des traitements effectués en juillet et août ont été tels qu'ils justifient les coûts à l'hectare plus élevés reliés à la réalisation de travaux de dégagement en période feuillée.

## ABSTRACT

A study on the mechanical and manual release of young conifer plantations was conducted between 1983 and 1988 in the lower St-Lawrence and Gaspé (01), Québec (03) and Ottawa Valley (07) regions of the province of Québec.

Third-year results are presented for black spruce (Picea mariana (Mill.) BSP.) plantations released from a relatively homogeneous raspberry (Rubus idaeus L.) and fireweed (Epilobium angustifolium L.) competition. Second-year results are provided for white spruce and black spruce plantations released from a two-storey brush competition composed of shade intolerant hardwoods (mainly Prunus pensylvanica L.F., Acer spicatum Lam., Betula papyrifera Marsh.) and raspberry.

The use of a competition index by class (competing vegetation average height (m) by cover density ($m^2$/ha)) showed that increasing levels of competition significantly reduced both height and diameter growth of the planted stock.

A productivity study was carried out in the raspberry-fireweed competition type. The use of brushcutters proved to be respectively more productive than that of hand tools (bilhook and shears) and manual eradication, during both foliar and non-foliar seasons. In all cases, work was more productive after leaf fall. Cost estimates in hardwoods-raspberry competition type follow the same trend.

Following release treatment, vegetative regrowth was quite vigorous for both competition types (raspberry-fireweed and intolerant hardwoods - raspberry): after two or three years, differences of less than 15% in cover, density or height were recorded between treated and control plots. However, conifers

responded to temporary openings created by release mainly in terms of diameter growth. On certain study sites, response in height growth was also obtained, although not as markedly as in diameter growth.

Three years after the first treatment on the raspberry - fireweed plots (established in region 01 only), released seedlings showed increment gains of 18% in diameter and 11% in height (average for all treatments, seasons and number of repetitions), compared to controls.

The various release techniques (cutting at ground level, cutting above seedling height and eradication) and the different levels of release (40 and 60 cm radius around each seedling) showed similar results in terms of competition control and conifer growth increments. Furthermore, no difference in response has been observed to date between plots having received one, two or three successive release treatments. The time of treatment (foliar and non-foliar seasons) did not have a marked influence on the effectiveness of release in the raspberry - fireweed competition type.

For the intolerant hardwoods - raspberry competition type, two years after the first treatment, the seedlings responded to release with gains in diameter growth varying, depending on study sites, between 11 and 48% (average for all treatments, seasons and number of repetitions) for an overall average gain of 28%. On all sites, the clearcut release technique produced higher diameter growth increment than the 120 cm-wide strip cutting (2 out of 4 study sites showed statistically significant differences). To this date, aggregate height increase has not showed significant gain. Differences between treated and control plots vary from -9 to +15%, depending on stydt sites, for an overall average of +4%.

Trials using different release techniques (partial cutting of stems, cutting with glyphosate stump treatment, double cutting) showed no significant advantage over conventional cutting at ground level (about 15 cm above

ground). Furthermore, under study conditions, a second release treatment produced a significant effect on diameter growth only, with an increase of 9%.

In hardwoods-raspberry plots, time of treatment influenced results. Treatments carried out in June through August were more effective in controlling competing vegetation and in increasing crop tree growth than when carried out in September and October, July always being among the best months.

In raspberry-fireweed competition, cost effectiveness analysis tends to show that release treatment should be carried out after leaf fall, because of lower operating costs and dry weight differences in crop trees 2 years after treatment. However, in hardwoods-raspberry competition, relatively higher dry weight gain in crop trees when released in July and August would justify higher operating costs and release treatment before leaf fall.

# TABLE DES MATIÈRES


| | Page |
|---|---|
| RÉSUMÉ | i |
| ABSTRACT | iv |
| TABLE DES MATIÈRES | vii |
| LISTE DES TABLEAUX | x |
| LISTE DES FIGURES | xiii |
| 1. INTRODUCTION | 1 |
| 2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE | 3 |
| 2.1 Secteurs expérimentaux | 3 |
| 2.2 Étude de productivité | 6 |
| 2.2.1 Facteurs considérés | 6 |
| 2.2.2 Mesure de la productivité | 7 |
| 2.3 Étude d'efficacité | 11 |
| 2.3.1 Facteurs considérés | 11 |
| 2.3.1.1 Type de compétition framboisier-épilobe (Fr-Ep) | 12 |
| 2.3.1.2 Type de compétition feuillus intolérants - framboisier (Fi-Fr) | 12 |
| 2.3.2 Approche statistique générale | 16 |
| 2.4 Études complémentaires | 17 |
| 2.5 Sommaire | 18 |

## TABLE DES MATIÈRES (SUITE)


| | Page |
|---|---|
| 3. LA DYNAMIQUE COMPÉTITION/PLANT ..... | 20 |
| 3.1 Évolution des principales espèces de compétition et des plants au cours de la saison de croissance ..... | 20 |
| 3.1.1 Observations qualitatives ..... | 20 |
| 3.1.2 Observations quantitatives ..... | 22 |
| 3.2 Effet de la compétition sur la croissance des plants ..... | 24 |
| 3.2.1 Indice de compétition ..... | 24 |
| 3.2.2 Influence de la végétation concurrente sur la croissance en hauteur et en diamètre des plants ..... | 27 |
| 3.3 Sommaire ..... | 29 |
| 4. ÉTUDE DE PRODUCTIVITÉ ..... | 30 |
| 4.1 Comparaison de la productivité des traitements ..... | 30 |
| 4.2 Répartition du temps de travail ..... | 32 |
| 4.3 Effet de la période d'intervention ..... | 34 |
| 4.4 Effet des variables du milieu ..... | 37 |
| 4.5 Contrôle de la qualité des traitements ..... | 38 |
| 4.6 Sommaire ..... | 40 |
| 5. EFFET DU DÉGAGEMENT ..... | 41 |
| 5.1 Type de compétition framboisier-épilobe (Fr-Ep) ..... | 41 |
| 5.1.1 Effets moyens du dégagement sur la végétation concurrente et les plants ..... | 41 |
| 5.1.2 Influence des modalités d'intervention ..... | 44 |

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)


| | Page |
|---|---|
| 5.1.3 Effet de la période de traitement ..... | 45 |
| 5.2 Type de compétition feuillus intolérants-framboisier (Fi-Fr) ..... | 45 |
| 5.2.1 Effets moyens du dégagement sur la végétation concurrente et les plants ..... | 47 |
| 5.2.2 Influence des modalités d'intervention ..... | 52 |
| 5.2.3 Effet de la période de traitement ..... | 55 |
| 5.3 Sommaire ..... | 58 |
| 6. ANALYSE COÛTS/EFFICACITÉ ..... | 60 |
| 6.1 Coûts du dégagement manuel ..... | 60 |
| 6.2 Évaluation de l'efficacité globale des traitements ..... | 63 |
| 6.3 Ratio coûts/efficacité ..... | 63 |
| 6.3.1 Type de compétition Fr-Ep ..... | 63 |
| 6.3.2 Type de compétition Fi-Fr ..... | 65 |
| 6.4 Sommaire ..... | 68 |
| 7. RECOMMANDATIONS ET CONCLUSIONS ..... | 69 |
| PRINCIPAUX OUVRAGES CITÉS ET CONSULTÉS ..... | 72 |
| ANNEXE A - Caractéristiques techniques et écologiques des secteurs expérimentaux ..... | 79 |
| ANNEXE B - Organigramme général d'analyse statistique des données quantitatives ..... | 83 |
| ANNEXE C - Influence de la végétation concurrente sur les dommages causés aux plants par un gel tardif ..... | 85 |

## LISTE DES TABLEAUX

Page

TABLEAU 2.1 : TRAITEMENTS APPLIQUÉS DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE DE DE PRODUCTIVITÉ EN 1984 ET ABRÉVIATIONS CORRESPONDANTES. TYPE DE COMPÉTITION FR-EP ..... 8

TABLEAU 2.2 : TRAITEMENTS APPLIQUÉS DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE D'EFFICACITÉ ET ABRÉVIATIONS CORRESPONDANTES PAR TYPE DE COMPÉTITION, ANNÉES ET SECTEURS EXPÉRIMENTAUX. DISPOSITIFS PRINCIPAUX. ..... 13

TABLEAU 4.1 : PRODUCTIVITÉ TOTALE DES TRAITEMENTS PAR PÉRIODE D'INTERVENTION. TYPE DE COMPÉTITION FR-EP. TEST DE COMPARAISONS MULTIPLES DE MOYENNES DE DUNCAN ..... 31

TABLEAU 4.2 : RÉPARTITION DES ÉLÉMENTS DE TRAVAIL PAR TRAITEMENT ET PÉRIODE D'INTERVENTION. TYPE DE COMPÉTITION FR-EP. TEST DE COMPARAISONS MULTIPLES DE MOYENNES DE DUNCAN ..... 33

TABLEAU 4.3 : EFFET DE LA PÉRIODE D'INTERVENTION SUR LA PRODUCTIVITÉ TOTALE ET LES ÉLÉMENTS DE TRAVAIL. ANALYSE DE VARIANCE ..... 36

TABLEAU 5.1 : EFFET DES TRAITEMENTS SUR LA VÉGÉTATION CONCURRENTE (FR-EP) ET LES PLANTS (EPN), TROIS ANS APRÈS LE PREMIER DÉGAGEMENT. RÉGION 01, SECTEURS 01 (LAC TÉMISCOUATA) ET 02 (LAC SQUATEC). ANALYSE DE VARIANCE ET DE COVARIANCE ET TEST DE COMPARAISONS MULTIPLES DE MOYENNES SNK ..... 42

## LISTE DES TABLEAUX (SUITE)

Page

TABLEAU 5.2 : EFFET MOYEN DU DÉGAGEMENT POUR TOUS LES TRAITEMENTS REGROUPÉS, EN FONCTION DE LA PÉRIODE D'INTERVENTION, TROIS ANS APRÈS TRAITEMENT. RÉGION 01, SECTEURS 01 (LAC TÉMISCOUATA) ET 02 (LAC SQUATEC) ..... 46

TABLEAU 5.3 : EFFET DES TRAITEMENTS SUR LA VÉGÉTATION CONCURRENTE (FI-FR) ET LES PLANTS (EPN) DEUX ANS APRÈS DÉGAGEMENT. RÉGION 01, SECTEUR 03 (LAC ANNA). ANALYSE DE VARIANCE ET DE COVARIANCE ET TEST DE COMPARAISONS MULTIPLES DE MOYENNES SNK ..... 48

TABLEAU 5.4 : EFFET DES TRAITEMENTS SUR LA VÉGÉTATION CONCURRENTE (FI-FR), DEUX ANS APRÈS DÉGAGEMENT. RÉGIONS 03 (QUÉBEC) ET 07 (OUTAOUAIS). ANALYSE DE VARIANCE ET TEST DE COMPARAISONS MULTIPLES DE MOYENNES SNK ..... 49

TABLEAU 5.5 : EFFET DES TRAITEMENTS SUR LA CROISSANCE DES PLANTS, DEUX ANS APRÈS DÉGAGEMENT. RÉGIONS 03 (QUÉBEC) ET 07 (OUTAOUAIS). ANALYSE DE COVARIANCE ET TEST DE COMPARAISONS MULTIPLES DE MOYENNES SNK ..... 51

TABLEAU 5.6 : EFFET DU NOMBRE DE DÉGAGEMENTS SUR LA VÉGÉTATION CONCURRENTE (FI-FR) ET LES PLANTS (EPN), DEUX ANS APRÈS TRAITEMENT. RÉGION 01, SECTEUR 03 (LAC ANNA). ANALYSE DE VARIANCE ET DE COVARIANCE ..... 53

TABLEAU 6.1 : COÛTS MOYENS À L'HECTARE POUR LES TRAITEMENTS RÉALISÉS DANS LE TYPE DE COMPÉTITION FR-EP EN PÉRIODES FEUILLÉE ET NON FEUILLÉE. TEST DE COMPARAISONS MULTIPLES DE MOYENNES DE DUNCAN ..... 62

## LISTE DES TABLEAUX (SUITE)

Page

TABLEAU 6.2 : RATIOS COÛTS/EFFICACITÉ DES TRAITEMENTS RÉALISÉS DANS LE TYPE DE COMPÉTITION FRAMBOISIER-ÉPILOBE ..... 64

TABLEAU 6.3 : RATIOS COÛTS/EFFICACITÉ DES TRAITEMENTS RÉALISÉS DANS LE TYPE DE COMPÉTITION. FEUILLUS INTOLÉRANTS-FRAMBOISIER ..... 67

TABLEAU A-1 : CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES PLANTATIONS DES SECTEURS EXPÉRIMENTAUX ..... 80

TABLEAU A-2 : CARACTÉRISTIQUES DE LA VÉGÉTATION CONCURRENTE ET DES PLANTS LORS DE L'ÉTABLISSEMENT DES DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX ..... 81

TABLEAU A-3 : CARACTÉRISTIQUES ÉCOLOGIQUES DES SECTEURS EXPÉRIMENTAUX ..... 82

TABLEAU C-1 : EFFET DU GEL TARDIF SUR LES PLANTS D'ÉPINETTES (BLANCHE ET NOIRE) DANS LES RÉGIONS DE QUÉBEC (03) ET DE L'OUTAOUAIS (07) ..... 87

TABLEAU C-2 : INFLUENCE DU TYPE DE DÉGAGEMENT SUR LES DOMMAGES CAUSÉS PAR UN GEL TARDIF DANS DES PLANTATIONS (EPN ET EPB) DES RÉGIONS DE QUÉBEC (03) ET DE L'OUTAOUAIS (07) ..... 87

## LISTE DES FIGURES


Page

FIGURE 2.1 : LOCALISATION DES SECTEURS EXPÉRIMENTAUX ..... 4

FIGURE 3.1 : ÉVOLUTION, AU COURS DE LA SAISON, DE LA CROISSANCE RELATIVE DES PRINCIPALES ESSENCES CARACTÉRISTIQUES DU TYPE DE COMPÉTITION FI-FR. RÉGION 01, SECTEUR 03 (LAC ANNA), 1985 ..... 23

FIGURE 3.2 : ÉVOLUTION COMPARATIVE DU VOLUME DE VÉGÉTATION CONCURRENTE, DE LA HAUTEUR ET DU DIAMÈTRE AU COLLET DES PLANTS (EPN) PAR CLASSE D'INTENSITÉ DE COMPÉTITION INITIALE (1984). PARCELLES TÉMOINS. RÉGION 01, SECTEUR 02 (FR-EP) ET 03 (FI-FR) ..... 26

FIGURE 3.3 : ÉVOLUTION COMPARATIVE DE LA HAUTEUR ET DU DIAMÈTRE AU COLLET DES PLANTS PAR CLASSE D'INTENSITÉ DE COMPÉTITION INITIALE (1985). PARCELLES TÉMOINS, TYPE FI-FR. RÉGION 07, SECTEURS 05 ET 06 ET RÉGION 03, SECTEURS 07 ET 08 ..... 28

FIGURE 4.1 : NATURE DES DÉLAIS PAR TRAITEMENT ET PÉRIODE D'INTERVENTION. TYPE DE COMPÉTITION FR-EP ..... 35

FIGURE 4.2 : POURCENTAGE DE DOMMAGES MAJEURS, RAYON OU LARGEUR DE BANDE DÉGAGÉ, POURCENTAGE DE PLANTS OUBLIÉS ET HAUTEUR MOYENNE DE COUPE PAR TRAITEMENT. PÉRIODE FEUILLÉE ET NON FEUILLÉE. TYPE DE COMPÉTITION FR-EP ..... 39

## LISTE DES FIGURES (SUITE)

Page

FIGURE 5.1 : EFFET DE LA HAUTEUR DU POINT DE COUPE ET DE LA PÉRIODE D'INTERVENTION DES TRAITEMENTS SUR LE TAUX DE MORTALITÉ DES SOUCHES ET L'INDICE DE LONGUEUR TOTALE DES REJETS (TAUX DE SURVIE X NOMBRE DE REJETS PAR SOUCHE X LONGUEUR MOYENNE DES REJETS) DEUX ANS APRÈS DÉGAGEMENT. RÉGION 01, SECTEUR 03 (FI- FR) ..... 56

FIGURE 5.2 : EFFET DE LA PÉRIODE D'INTERVENTION SUR L'ACCROISSEMENT EN DIAMÈTRE ET LA MASSE ANHYDRE DE LA TIGE DES PLANTS (EPN), DEUX ANS APRÈS LE PREMIER DÉGAGEMENT. RÉGION 01, SECTEUR 03 (FI-FR) ..... 57

FIGURE B-1 : ORGANIGRAMME GÉNÉRAL D'ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES QUANTITATIVES ..... 84

## 1. INTRODUCTION

Le reboisement au Québec compte actuellement pour une des activités sylvicoles importantes dans le cadre de l'application du principe du rendement soutenu, pierre angulaire du nouveau régime forestier.

Parmi les problèmes auxquels sont par ailleurs confrontés les gestionnaires forestiers, celui que pose la colonisation des jeunes plantations par la végétation concurrente comporte des dimensions économiques importantes. En effet, cette végétation peut parfois interférer de façon significative sur le développement et le rendement des plantations, au point de compromettre la valeur des investissements consentis.

Outre les moyens reconnus de contrôle de la végétation par voie chimique, les techniques de dégagement mécanique et manuel sont utilisées de façon plus intensive au Québec depuis 1983, année de la mise en application d'un moratoire sur l'épandage aérien de phytocides en milieu forestier.

Au cours de cette même année, le ministère de l'Énergie et des Ressources et celui de l'Environnement convenaient de faire entreprendre un programme de recherche ayant pour principal objectif l'évaluation de la productivité et de l'efficacité de techniques de dégagement mécanique et manuel. L'étude devait être réalisée dans des secteurs représentatifs du principal problème d'entretien rencontré en terrain public, soit celui des jeunes plantations de conifères (2-3 ans) envahies par une végétation adventice où dominent les feuillus intolérants et le framboisier (Rubus idaeus L.). Par l'importance des travaux de reboisement et des problèmes de compétition qui y sont rencontrés, la région du Bas Saint-Laurent/Gaspésie (01) a été désignée pour l'établissement des

principaux dispositifs expérimentaux. Dans le but d'augmenter la portée des résultats de l'étude, des dispositifs réduits ont aussi été établis dans les régions de Québec (03) et de l'Outaouais (07).

Le présent document constitue une synthèse des principaux résultats, recommandations et conclusions obtenus dans le cadre de cette étude de 5 ans, et présenté par le F.R.D.F. Inc. dans son rapport final (F.R.D.F. Inc., 1988). En ce sens, certains résultats issus de dispositifs complémentaires, de même que les informations précises concernant les protocoles de prise de données, dispositifs expérimentaux et méthodologies d'analyse statistique ont volontairement été omis de ce texte. Le lecteur pourra cependant obtenir des informations détaillées en consultant le rapport final de l'étude.

Le chapitre 2 présente donc, de façon succincte, les caractéristiques des différents secteurs et dispositifs expérimentaux. Le chapitre 3 traite du développement phénologique et dynamique de la végétation concurrente au cours de la saison et de son influence sur la croissance des plants. La productivité et l'effet des techniques de dégagement expérimentées sont successivement abordés aux chapitres 4 et 5, puis sont intégrés au chapitre 6 dans le cadre d'une analyse comparative coûts/efficacité.

Enfin, le 7ième et dernier chapitre expose les principales recommandations et conclusions qui ont été dégagées de l'étude et qui pourront orienter les gestionnaires et sylviculteurs dans la planification et la prescription de travaux d'entretien mécanique et manuel de jeunes plantations.

## 2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Ce chapitre résume les caractéristiques propres aux différents secteurs, protocoles et dispositifs expérimentaux, de même que l'approche générale retenue pour l'analyse des données. Soulignons cependant qu'un document spécifique accompagne le rapport final où l'on trouve, en plus des différents protocoles de prise de mesures, tous les détails concernant le choix des secteurs et la nature des dispositifs expérimentaux établis au cours de l'étude.

### 2.1 Secteurs expérimentaux

Sept secteurs expérimentaux répartis dans trois régions (Bas Saint-Laurent/Gaspésie (01), secteurs 1, 2 et 3; Outaouais (07), secteurs 5 et 6; Québec (03), secteurs 7 et 8) ont été retenus principalement en fonction de leur représentativité régionale quant à la nature et à l'intensité de la végétation de compétition, à l'âge de la plantation, à l'essence et au type de plant. Les plantations sélectionnées devaient également n'avoir fait l'objet d'aucune intervention sylvicole depuis leur établissement.

Les principales caractéristiques des plantations des différents secteurs expérimentaux sont résumées à l'annexe A alors que leur position géographique est illustrée à la figure 1.

Mentionnons qu'au moment de l'établissement des dispositifs, les secteurs 01 et 02 (photo 1) étaient colonisés par une végétation concurrente formant une strate homogène de framboisier et d'épilobe (Fr-Ep), alors que les secteurs 03 à 08 (photos 2 et 3) étaient envahis par une

FIGURE 2.1 : LOCALISATION DES SECTEURS EXPÉRIMENTAUX.

Photo 1

Vue générale du couvert de framboisiers et d'épilobes trois ans après une préparation de terrain en plein. Région 01, secteur 02 (Lac Squatec). Août 1984.

Photo 2

Vue générale du secteur 08 (Lac Blanc)/Bloc 85-08-02. Type de compétition feuillus intolérants - framboisier. Région 03. Septembre 1985.

Photo 3

Vue générale du secteur 05 (Lac Dumas) colonisé par une végétation de compétition de type feuillus intolérants - framboisier. Région 07. Septembre 1985.

végétation composée de feuillus intolérants et de framboisiers (Fi-Fr). Dans tous les secteurs, le framboisier occupait à ce moment, plus de 20% en couverture, dépassant ainsi le seuil retenu par le MER quant à cette essence pour justifier une intervention en dégagement.

Enfin, l'analyse des paramètres écologiques des stations (tableau A-3, page 82) met en évidence l'étendue assez grande des classes de drainage (2 à 6), de pente (0-30%) et de texture (SL, LLi, Li, LLA) couvertes par l'ensemble des dispositifs expérimentaux des trois régions.

## 2.2 Étude de productivité

L'étude détaillée de productivité des opérations de dégagements a été réalisée en 1984 pour les traitements effectués dans le type de compétition Fr-Ep. Un total de neuf traitements différents a été expérimenté dans les secteurs 01 et 02 de la région du Bas St-Laurent/Gaspésie (01). De plus, bien que n'ayant pas fait l'objet d'une étude exhaustive, le temps global requis pour le dégagement des dispositifs de comparaison de l'efficacité des traitements dans le type Fi-Fr, a également été mesuré.

### 2.2.1 Facteurs considérés

Par convention, un traitement a été défini, pour les fins de l'étude de productivité, par la combinaison d'un type d'outil utilisé selon un mode et une intensité de dégagement donnés.

La scie circulaire (Husqvarna 165-R), la serpe italienne (Rinaldi-3) et les cisailles à lames ondulées (Freunde n° 355) sont les trois outils qui ont été sélectionnés pour les fins de l'étude, dans le type Fr-Ep.

Trois principaux modes de coupe ont par ailleurs été expérimentés, soit la coupe au sol, la coupe à hauteur supérieure au plant et l'éradication

manuelle. Des essais de coupe au sol avec badigeonnage de souches à l'aide d'un dispositif de marque Työvaline (modèle TT-F111) couplé à la scie circulaire ont également été effectués.

Ces techniques ont été appliquées selon des intensités variables, soit sur des rayons de 40 et de 60 cm autour des plants ainsi que le long d'une bande de 80 cm de largeur (cas de la coupe à hauteur supérieure aux plants).

Mentionnons enfin que deux périodes de traitement ont été considérées de manière à vérifier l'importance de la présence du feuillage de la végétation concurrente sur la productivité des opérations. Ainsi, la période feuillée s'est échelonnée du 9 juillet au 6 octobre 1984 et la période non feuillée, du 21 octobre au 14 novembre 1984. Ces deux mêmes périodes ont également été retenues lors de l'analyse de l'efficacité des traitements.

La liste de l'ensemble des traitements appliqués dans le type de végétation Fr-Ep est présentée au tableau 2.1 alors que les photos 4 à 7 illustrent les différents outils expérimentés.

### 2.2.2 Mesure de la productivité

Bien que la description détaillée des protocoles et dispositifs expérimentaux de productivité et d'efficacité soit présentée dans un document spécifique du rapport final, soulignons que les principales étapes du protocole expérimental sont dans l'ordre; l'établissement des blocs expérimentaux en dispositif semi-permanent, l'inventaire avant traitement, le dégagement et le chronométrage (photo 8), l'inventaire de contrôle de la qualité (photo 9) et les inventaires après traitement (photo 10). Il est de plus approprié d'indiquer que, pour les fins de l'étude

TABLEAU 2.1: TRAITEMENTS APPLIQUÉS DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE DE PRODUCTIVITÉ EN 1984 ET ABRÉVIATIONS CORRESPONDANTES. TYPE DE COMPÉTITION FR-EP.

| OUTIL | MODE | INTENSITÉ | ABRÉVIATION |
|---|---|---|---|
| Scie circulaire | Coupe au sol | Rayon 60 cm | SC R-60 |
| Scie circulaire | Coupe à hauteur supérieure au plant | Bande 80 cm | SC B-80[1] |
| Scie circulaire mécano-chimique | Coupe au sol | Rayon 60 cm | SC MC R-60[1] |
| Scie circulaire mécano-chimique | Coupe à hauteur supérieure au plant | Bande 80 cm | SC MC B-80[1] |
| Serpe italienne | Coupe au sol | Rayon 40 cm | SER R-40[1] |
| Serpe italienne | Coupe au sol | Rayon 60 cm | SER R-60 |
| Éradication manuelle | Éradication | Rayon 40 cm | ERA R-40[1] |
| Éradication manuelle | Éradication | Rayon 60 cm | ERA R-60 |
| Cisailles | Coupe au sol | Rayon 60 cm | CIS R-60 |

[1] Productivité évaluée en période feuillée seulement.

Photo 4 (droite)

Coupe au sol à l'aide des cisailles à lames ondulées. Type de compétition framboisier - épilobe.

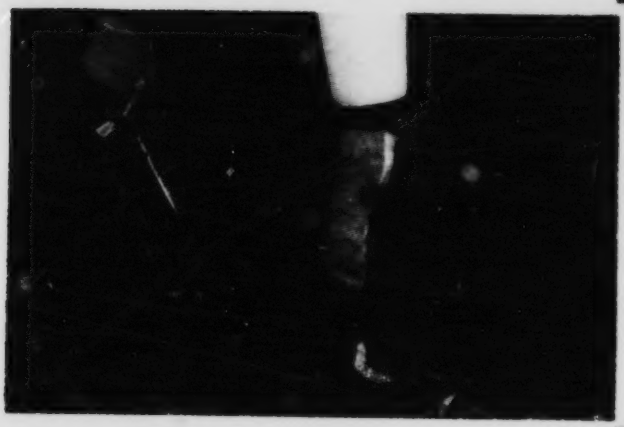


Photo 5 (gauche)

Utilisation de la serpe italienne; coupe au sol à partir du plant vers l'extérieur. Type de compétition framboisier - épilobe.

Photo 6 (droite)

Éradication manuelle des tiges de compétition de type framboisier - épilobe.

Photo 7 (gauche)

Débroussailleuse mécanique (Husqvarna 165-R). Coupe à hauteur supérieure au plant sur bande de 80 cm. Type de compétition framboisier - épilobe.

Photo 8

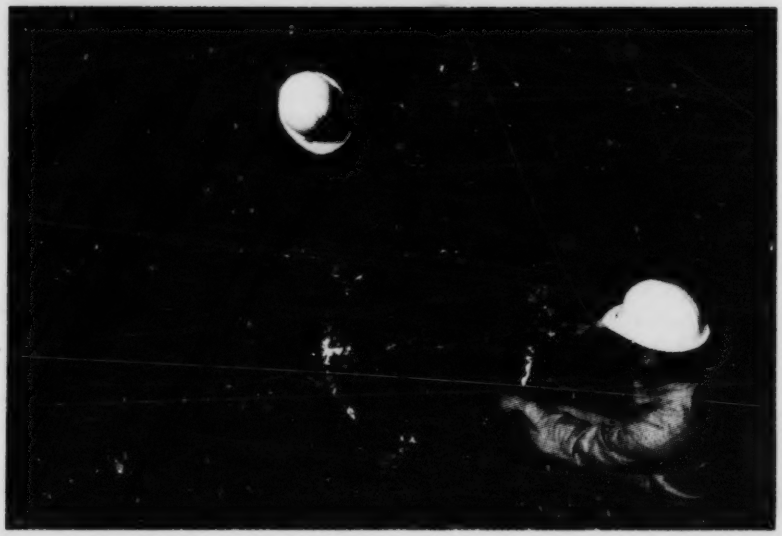
Dégagement et observations instantanées permettant d'évaluer la répartition des différents éléments de travail.

Photo 9

Mesure de la largeur de bande dégagée lors de l'inventaire de contrôle.

Photo 10

Inventaire après traitement à l'intérieur d'une placette circulaire de 40 cm de rayon centrée autour du plant.



de productivité, les parcelles traitées étaient rectangulaires et de dimension opérationnelle (0,72 ha), chacune étant traversée d'une virée d'échantillonnage (0,05 ha).

La productivité des traitements a été mesurée par parcelle, à l'aide de la technique du chronométrage global, alors que la technique des observations instantanées a été utilisée pour identifier la proportion du temps total d'exécution occupée par les éléments de travail suivants: les déplacements et la recherche simultanés du plant, le dégagement proprement dit et les délais, ces derniers étant répartis en délais d'ordre mécanique, opérationnel, personnel ou d'entretien.

Chaque traitement a été répété à au moins cinq reprises et jusqu'à l'obtention d'une précision minimale, calculée de façon séquentielle, de 80% ($\alpha = 0,05$) sur la productivité moyenne. Un total de 99 parcelles de 0,72 ha ont été traitées.

## 2.3 Étude d'efficacité

L'ensemble des dispositifs expérimentaux visant à évaluer l'efficacité des traitements a été mesuré au cours de la dernière année de l'étude, à la fin de la saison de croissance de 1987. L'information obtenue porte sur l'intensité de compétition observée ainsi que sur la croissance des plants qui, sur la base de la comparaison des parcelles traitées et témoins, sont utilisées pour évaluer l'efficacité des traitements.

### 2.3.1 Facteurs considérés

Les facteurs pouvant influencer l'efficacité du dégagement sont les mêmes dans les deux principaux types de compétition (type Fr-Ep ou

Fi-Fr).Les traitements sont cependant différents dans la mesure où ils ont été prescrits en fonction de la nature du couvert végétal.

De façon générale, les facteurs retenus sont le mode et l'intensité de dégagement ainsi que le nombre d'interventions. Chaque combinaison de facteurs forme un traitement sur le plan de l'efficacité biologique. L'influence de la période de traitement a également été évaluée.

Le tableau 2.2 présente la liste des traitements expérimentés tels que considérés lors de l'analyse statistique des résultats.

2.3.1.1 Type de compétition framboisier-épilobe (Fr-Ep)

Pour le type Fr-Ep, les principaux résultats d'efficacité proviennent des sept traitements expérimentés dans le dispositif établi en 1984 aux fins de l'étude de productivité. Ils permettent donc d'évaluer l'efficacité du dégagement trois ans après 1, 2 ou 3 interventions, pour des modes de traitement (coupes au sol, à hauteur supérieure au plant et éradication) appliqués sur des rayons de 40 cm, de 60 cm ou sur une bande de 80 cm de largeur (tableau 2.2).

Mentionnons enfin que la coupe mécano-chimique désigne le traitement effectué à l'aide d'une scie circulaire couplée à un dispositif de badigeonnage simultané des souches.

2.3.1.2 Type de compétition feuillus intolérants-framboisier (Fi-Fr)

C'est au cours de l'été 1985 que les dispositifs ayant pour but l'évaluation de l'efficacité du dégagement dans le type de compétition Fi-Fr ont été établis. Les principaux traitements expérimentés sont la coupe au sol sur bande de 120 cm, la coupe au sol en plein et le bris des

TABLEAU 2.2: TRAITEMENTS APPLIQUÉS DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE D'EFFICACITÉ ET ABRÉVIATIONS CORRESPONDANTES PAR TYPE DE COMPÉTITION, ANNÉES ET SECTEURS EXPÉRIMENTAUX. DISPOSITIFS PRINCIPAUX.

| MODE DE TRAITEMENT DES TIGES | INTENSITÉ (cm) | NOMBRE D'INTERVENTIONS | ABRÉVIATION |
|---|---|---|---|
| FRAMBOISIER-ÉPILOBE (1984[1], SECTEURS 01 ET 02) | | | |
| Coupe au niveau du sol | Rayon 60 | 1, 2, 3 | SOL R60-1, 2, 3 |
| Coupe au niveau du sol | Rayon 40 | 1 | SOL R40-1 |
| Éradication manuelle | Rayon 60 | 1, 2, 3 | ERA R60-1, 2, 3 |
| Éradication manuelle | Rayon 40 | 1 | ERA R40-1 |
| Coupe à hauteur supérieure au plant | Bande 80 | 1 | HSP B80-1 |
| Coupe mécano-chimique au niveau du sol | Rayon 60 | 1 | SOL MC R60-1 |
| Coupe mécano-chimique à hauteur supérieure au plant | Bande 80 | 1 | HSP MC B80-1 |
| FEUILLUS INTOLÉRANTS-FRAMBOISIER (1985[1], SECTEURS 03, 05, 06, 07 ET 08) | | | |
| Coupe au niveau du sol | En plein | 1, 2, 3 | SOL PLEIN-1, 2, 3 |
| Coupe au niveau du sol | Bande 120 | 1, 2, 3 | SOL B120-1, 2, 3 |
| Bris des tiges | Bande 120 | 1, 2 | BRIS B120-1, 2[2] |
| Coupe mécano-chimique au sol | Bande 120 | 1, 2 | SOL MC B120-1, 2[2] |

[1] Année d'établissement du dispositif expérimental
[2] Traitements expérimentés dans le secteur 03 seulement

tiges sur bande de 120 cm (tableau 2.2 et photos 11 à 14). La coupe sur bande visait à contrôler la végétation à proximité des plants, tout en laissant sur place les feuillus entre les rangs, alors que la coupe en plein a permis de vérifier l'intérêt d'éliminer la totalité du couvert.

Quant au traitement visant à produire un bris partiel à la base des tiges de compétition, il a été expérimenté dans le but de vérifier l'hypothèse selon laquelle le maintien d'une certaine conduction entre la cime et le système racinaire entraînerait une diminution de la fréquence des rejets par rapport à la coupe complète des tiges (Lemon, 1981). La cime étant par la suite écartée de l'espace vital du plant, celui-ci pourrait bénéficier d'une luminosité accrue au même titre que lors d'une coupe au sol.

Région du Bas Saint-Laurent/Gaspésie (01)

Un total de 20 blocs expérimentaux composés de parcelles traitées et témoins de 0,18 ha distribuées aléatoirement a été établi au secteur du lac Anna (03) constituant ainsi le principal dispositif d'efficacité dans le type de compétition Fi-Fr. Un bloc par semaine a donc été traité pour la première fois, entre le 6 juin et le 15 octobre 1985 (photo 15). L'ensemble des traitements ont été répétés lors d'une seconde intervention effectuée au cours de l'été 1986, sur la moitié de la superficie de chaque parcelle.

Signalons enfin qu'un traitement par coupe au sol sur bande de 120 cm avec badigeonnage de souches au glyphosate (Roundup) a été effectué à l'aide d'un dispositif (Enso stump treater) adapté à la scie circulaire entre le 5 août et le 16 septembre 1985. Ce traitement a également été répété en 1986. L'efficacité du traitement a été évaluée pour une concentration de "Roundup" de 10% (32g/l de glyphosate).

Photo 11 (droite)

Coupe au sol sur bande de 120 cm effectuée à l'aide d'une débroussailleuse. Type de compétition feuillus intolérants - framboisier.

Photo 12 (gauche)

Coupe au sol en plein effectuée en août à l'aide de la débroussailleuse. Type de compétition feuillus intolérants - framboisier.

Photos 13 et 14 (droite)

Bris partiel d'une tige d'érable à épis: entaille à l'aide de la serpe suivie du rabattage directionnel de la tige. Type de compétition feuillus intolérants - framboisier.

Photo 15 (gauche)

Vue aérienne d'un bloc expérimental d'efficacité: témoin intégral (1), coupe mécano-chimique au sol sur bande de 120 cm (2), coupe au sol en plein (3), coupe au sol sur bande de 120 cm (4), témoin (5), bris partiel des tiges sur bande de 120 cm (6). Région 01, secteur 03, feuillus intolérants - framboisier.

Région de Québec et de l'Outaouais

Dans le but d'augmenter la portée des résultats de l'étude, trois dispositifs réduits d'efficacité ont été mis en place au cours de l'été 1985 dont un couvrant deux secteurs (07 et 08) de la région de Québec (03) et deux autres dans la région de l'Outaouais (07), soit les secteurs 05 et 06.

Deux traitements ont été expérimentés, soit la coupe au sol en plein et sur bande de 120 cm, dans des dispositifs composés de cinq blocs expérimentaux de forme similaire à ceux établis au secteur du Lac Anna (03).

### 2.3.2 Approche statistique générale

Dans l'ensemble, le traitement final des données récoltées au cours de de l'étude a été réalisé, pour les mesures sur les plants, à l'aide de l'analyse de covariance. Cette approche permet, lors de la comparaison des effets observés, de tenir compte des conditions initiales, c'est-à-dire celles prévalant au moment de l'établissement des dispositifs expérimentaux, minimisant ainsi leur influence.

En ce qui a trait aux paramètres caractérisant la végétation concurrente, les données ont été traitées par analyse de variance conventionnelle en raison principalement de leur corrélation plus faible avec les données récoltées avant traitement. Le cheminement général retenu lors des analyses est présenté schématiquement à l'annexe B.

## 2.4 Études complémentaires

Les études complémentaires suivantes ont été réalisées afin, d'une part, d'évaluer certains traitements et phénomènes particuliers reliés au dynamisme des principales espèces de compétition et d'autre part, afin d'apporter des éléments d'information pertinents à la compréhension des résultats d'efficacité biologique:

- Mesure de l'évolution de la masse foliaire du framboisier, de l'épilobe, du cerisier de Pennsylvanie et de l'érable à épis, afin de mieux saisir l'évolution de la compétition exercée sur les plants au cours de la saison de croissance.

- Observation du développement phénologique de la végétation de compétition et des plants au cours de la saison.

- Développement d'un indice de compétition par classe permettant de quantifier l'influence de la végétation concurrente sur la croissance de plants.

- Étude du dynamisme des rejets de souches de cerisier de Pennsylvanie, de bouleau à papier et d'érable à épis, en fonction de diverses modalités d'interventions.

- Mesure de l'efficacité du traitement de double coupe, permettant de vérifier l'occurence des rejets de souche feuillus à la suite de coupes successives à court intervalle, par rapport à la coupe unique.

- Étude de l'influence de la hauteur du point de coupe sur le dynamisme des rejets après traitement.

- Évaluation de l'influence de la végétation de compétition sur les dommages causés aux plants lors de gelées tardives.

- Analyse comparative des dispositifs de badigeonnage de souches Työvaline et Enso.

- Élaboration d'un tarif de biomasse des jeunes plants d'épinette noire.

- Analyse coûts/efficacité permettant de comparer les traitements sur la base de l'effet biologique mesuré sur les plants et des coûts correspondant.

A l'instar des dispositifs principaux, toutes les informations relatives aux protocoles de prise de données et dispositifs complémentaires ont été fournis dans un document spécifique du rapport final. Ils ne seront donc pas détaillés dans le présent document.

## 2.5 Sommaire

- Sept secteurs expérimentaux représentatifs des problèmes de compétition rencontrés au Québec et couvrant une grande amplitude géographique et écologique, ont été retenus pour les fins de l'étude.

- L'étude de productivité a été réalisée dans la région 01, en 1984, dans le type de compétition framboisier-épilobe (Fr-Ep). Le dernier mesurage des parcelles de ce dispositif a permis d'obtenir des résultats d'efficacité sur les plants d'épinette noire et la végétation concurrente, 3 ans après 1, 2 ou 3 dégagements.

- Pour le type feuillus intolérants-framboisier (Fi-Fr), 4 dispositifs ont été établis en 1985 dans les régions 01 (Epn), 03 (Epb) et 07 (Epn) de sorte que le dernier remesurage en 1987 a permis d'obtenir des résultats d'efficacité 2 ans après 1 ou 2 dégagements.

- Pour chacun des types de végétation, les dispositifs ont été conçus de façon à vérifier l'influence du mode de coupe, de l'intensité du dégagement, de la période et du nombre d'intervention sur l'efficacité des traitements.

- Enfin, une dizaine d'études complémentaires ont été réalisées dans le but d'évaluer certains traitements particuliers, d'étudier l'évolution saisonnière et annuelle de la végétation concurrente et des plants ou de fournir des outils d'analyse des résultats d'efficacité.

## 3. LA DYNAMIQUE COMPÉTITION/PLANT

L'analyse et la compréhension des résultats d'efficacité biologique du dégagement implique d'une part, de bien cerner l'évolution, au cours de la saison de croissance, des principales espèces de compétition et d'autre part, de connaître leur influence sur la croissance des plants. Le présent chapitre propose une synthèse des principaux résultats obtenus en ce sens, au cours de l'étude. On trouvera, par ailleurs, à l'annexe C, les résultats obtenus quant à l'effet de la végétation concurrente sur les dommages causés aux plants par un gel tardif.

### 3.1 Évolution des principales espèces de compétition et des plants au cours de la saison de croissance

Des observations phénologiques ont été relevées, pour une espèce donnée, sur une dizaine d'individus par région à chaque semaine, au cours de la saison de croissance. Deux types de données ont été recueillis; des observations qualitatives (niveaux de développement de la flèche, du bourgeon apical, des feuilles, des fleurs et des fruits) qui caractérisent les différents stades de développement des principaux organes vitaux, ainsi que des observations quantitatives (longueur de la pousse annuelle, diamètre à 30 cm du niveau du sol, biomasse foliaire anhydre) qui constituent un suivi dynamique de la croissance des sujets au cours de la saison.

#### 3.1.1 Observations qualitatives

Bien que des observations aient été effectuées pour chacun des secteurs expérimentaux, le développement phénologique et dynamique de la

végétation entre juin et octobre 1985, dans le secteur 03 de la région 01, sera illustré à titre d'exemple.

Ainsi, il est possible de caractériser chacune des périodes de traitement (correspondant aux mois de juin à octobre) telles que définies pour les fins de l'analyse d'efficacité dans le type de compétition Fi-Fr.

Juin

Le mois de juin s'identifie comme une période de pleine croissance pour l'ensemble des essences; il correspond plus particulièrement au débourrement du bourgeon apical de l'épinette noire ainsi qu'à la floraison du cerisier (début du mois) et du framboisier (fin du mois).

Juillet

Le mois de juillet se caractérise par la lignification en cours des pousses annuelles. La croissance en longueur se poursuit dans la mesure où la formation du bourgeon apical n'est pas amorcée. C'est le cas notamment de toutes les espèces feuillues observées. C'est également le mois de la floraison de l'épilobe et du développement des fruits du framboisier qui mûrissent généralement à la fin du mois.

Août

En août, on assiste à la lignification complète de la flèche terminale de tous les sujets d'épinette noire. Les feuilles des espèces décidues amorcent lentement leur coloration automnale, bien que ce phénomène ne soit observable qu'à l'examen attentif des sujets. Un des traits les plus distinctifs de cette période sur le site est le début de la dissémination des graines de l'épilobe accompagné de la chute des fruits du framboisier et du cerisier de Pennsylvanie.

Septembre et octobre

Pour la plupart des espèces de compétition, le mois de septembre termine la lignification de la flèche terminale et la formation du bourgeon apical. La coloration automnale des feuilles s'effectue massivement. Pour l'épilobe, le mois de septembre correspond de façon notoire à la propagation massive des graines qui s'observe aisément de par leur mode de dispersion éolien. La chute des feuilles des espèces feuillues débute vers le milieu du mois de septembre et prend fin en octobre.

Par ailleurs, les observations phénologiques relatives aux secteurs des régions de Québec et de l'Outaouais ont permis de constater que les écarts observés entre les secteurs étaient de l'ordre d'une à deux semaines et que les différents stades de développement semblaient se manifester pour un nombre de degrés-jours similaire, quel que soit le secteur. Par exemple, la floraison du framboisier a débuté la troisième semaine de juin dans le sud de l'Outaouais, la quatrième dans la région du Témiscouata et la première semaine de juillet au nord de la région de Portneuf, où le nombre de degrés-jours de croissance obtenu pour ces régions était respectivement de 472, 425 et 487.

### 3.1.2 Observations quantitatives

Les courbes de croissance des différentes espèces concurrentes sont illustrées à la figure 3.1. Elles sont toutes exprimées en pourcentage de l'accroissement maximal atteint au cours de la saison de croissance de façon à uniformiser les variables et ainsi, faciliter leur comparaison.

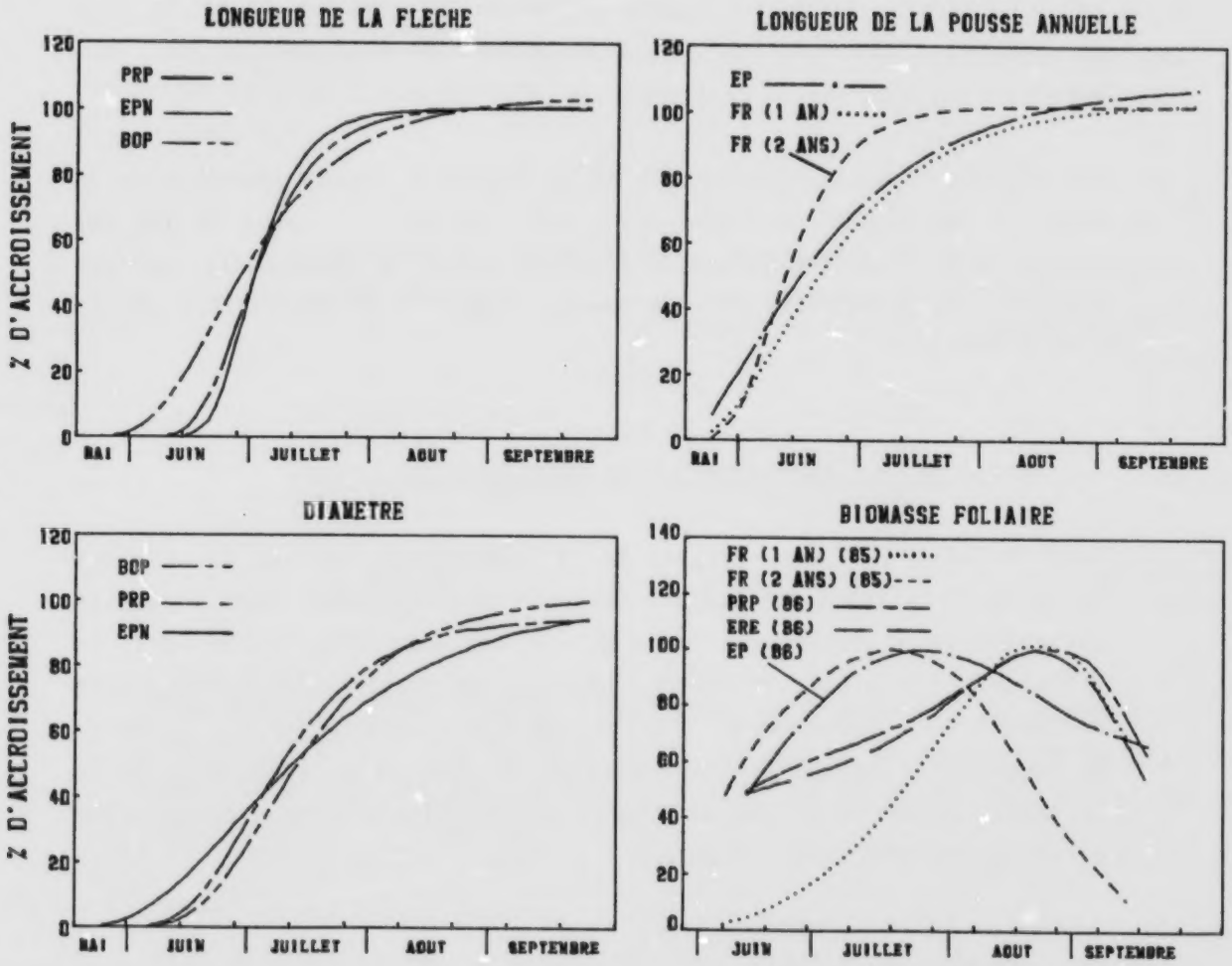



FIGURE 3.1 : ÉVOLUTION, AU COURS DE LA SAISON, DE LA CROISSANCE RELATIVE DES PRINCIPALES ESSENCES CARACTÉRISTIQUES DU TYPE DE COMPÉTITION FI-FR. RÉGION 01, SECTEUR 03 (LAC ANNA), 1985.

Ces courbes permettent entre autres de constater que la croissance en hauteur de l'épinette noire s'effectue en grande partie au cours d'une période de quatre à six semaines, à partir de juin. Avant que sa croissance ne débute, certaines espèces de compétition, notamment les turions de framboisier et l'épilobe ont déjà atteint de 40 à 80% de leur longueur.

En juillet et août, plus de 60% de la biomasse anhydre maximale de la majorité des espèces de compétition est atteint. Or, plus de 50% des accroissements en longueur et en diamètre pour l'épinette noire s'effectuent au cours de cette période pendant laquelle la compétition est la plus intense.

### 3.2 Effet de la compétition sur la croissance des plants

Dans le but d'illustrer l'effet de la compétition sur les plants, des tests de corrélation ont été effectués entre différentes combinaisons de variables parmi celles qui ont été mesurées exprimant, d'une part, la croissance des plants (diamètre, hauteur) et d'autre part, l'intensité de compétition (couverture, densité, hauteur, volume, etc.). L'indice de compétition retenu devait expliquer la plus forte proportion de la variation observée sur la croissance des plants,tout en s'avérant par ailleurs facile d'interprétation.

#### 3.2.1 Indice de compétition

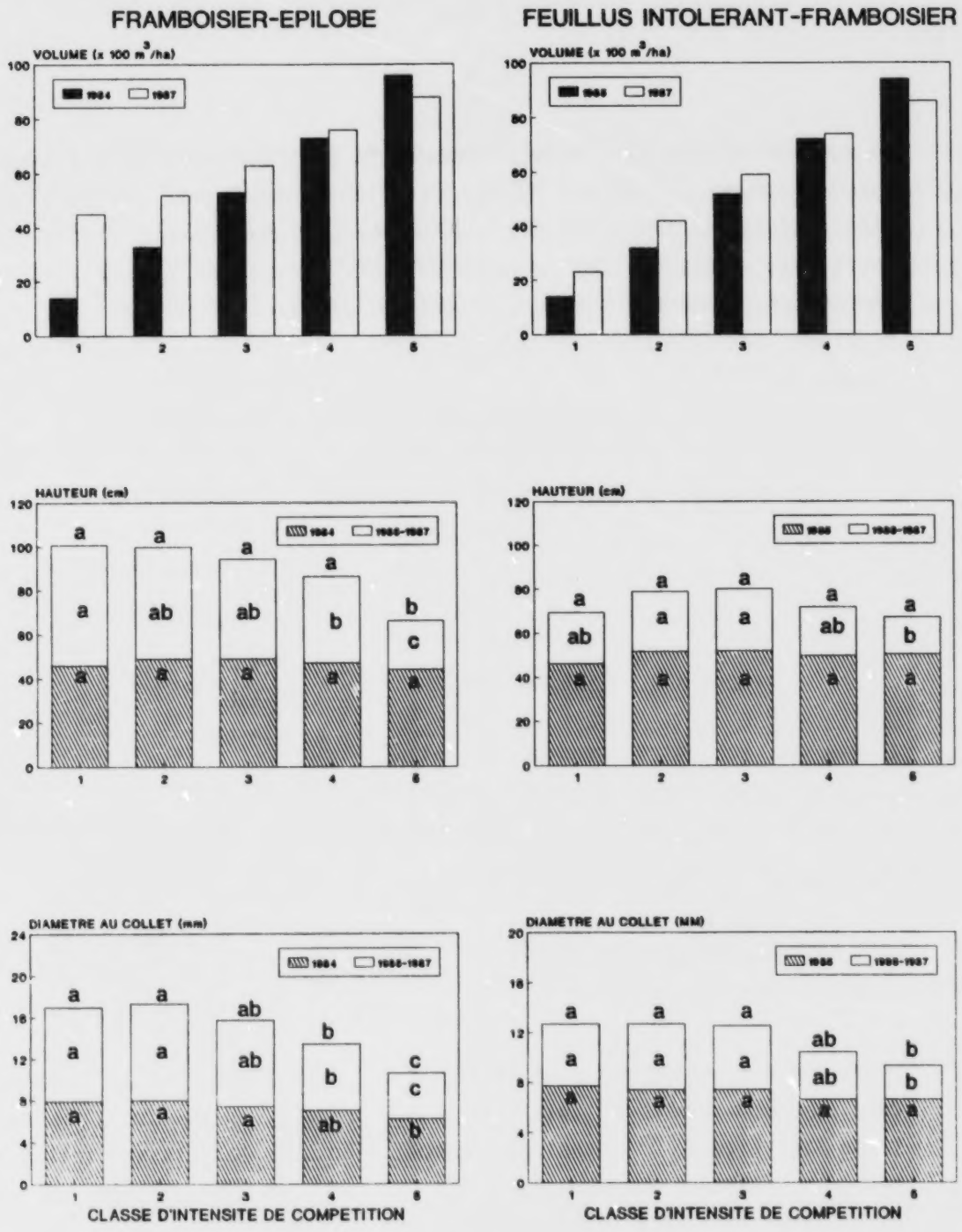
L'indice optimal a été établi comme étant le produit de la couverture totale, exprimé en $m^2$/ha, par la hauteur moyenne (m) de la végétation concurrente, telle que mesurée lors de l'établissement des dispositifs expérimentaux. C'est donc un indice du volume de compétition par unité

de surface ($m^3$/ha) et présente notamment l'avantage de pouvoir aisément être évalué sur le site. Ce dernier a été évalué pour chaque plant. Cinq classes ont été délimitées de façon à ce que chacune d'elle comporte un minimum de 10% des plants. Les limites de classe sont les mêmes pour chacun des secteurs expérimentaux, facilitant ainsi les comparaisons par l'uniformité des résultats. Les classes se définissent comme suit:

| CLASSES DE VOLUME DE COMPÉTITION | INTENSITÉ DE COMPÉTITION INITIALE ($m^3$/ha) |
|---|---|
| 1 | 0-2200 |
| 2 | 2200-4300 |
| 3 | 4300-6400 |
| 4 | 6400-8500 |
| 5 | 8500 et + |

Pour chaque secteur étudié, l'influence de l'intensité de compétition est illustrée par les différences de croissance en hauteur et en diamètre observées sur les plants entre les classes de volume initial de compétition.

L'analyse des histogrammes de la figure 3.2 montre ainsi qu'au cours des deux ou trois années du suivi, il s'est produit, en général, une certaine évolution de l'intensité de compétition dans les classes initiales les plus faibles, contrairement aux classes les plus élevées où les sites semblaient déjà supporter un volume maximum.




Deux colonnes d'une même année associées à une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil $\alpha = 0,05$. Test de comparaisons multiples de moyennes SNK.

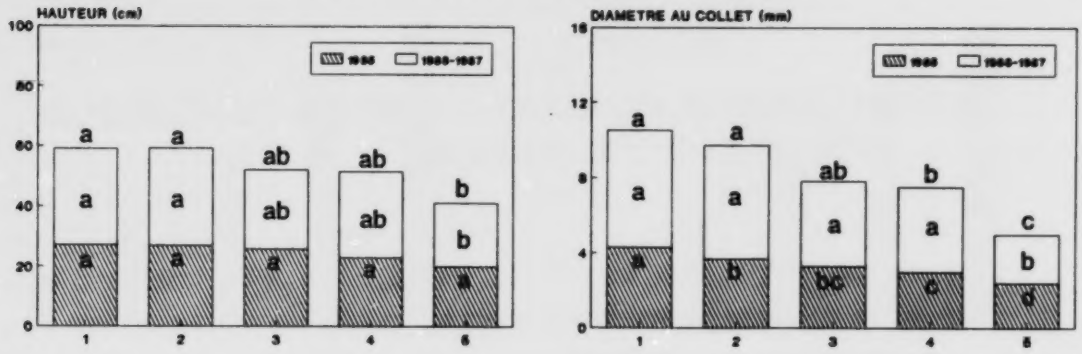
FIGURE 3.2 : ÉVOLUTION COMPARATIVE DU VOLUME DE VÉGÉTATION CONCURRENTE, DE LA HAUTEUR ET DU DIAMÈTRE AU COLLET DES PLANTS (EPN) PAR CLASSE D'INTENSITÉ DE COMPÉTITION INITIALE (1984). PARCELLES TÉMOINS. RÉGION 01, SECTEUR 02 (FR-EP) ET 03 (FI-FR).

### 3.2.2 Influence de la végétation concurrente sur la croissance en hauteur et en diamètre des plants

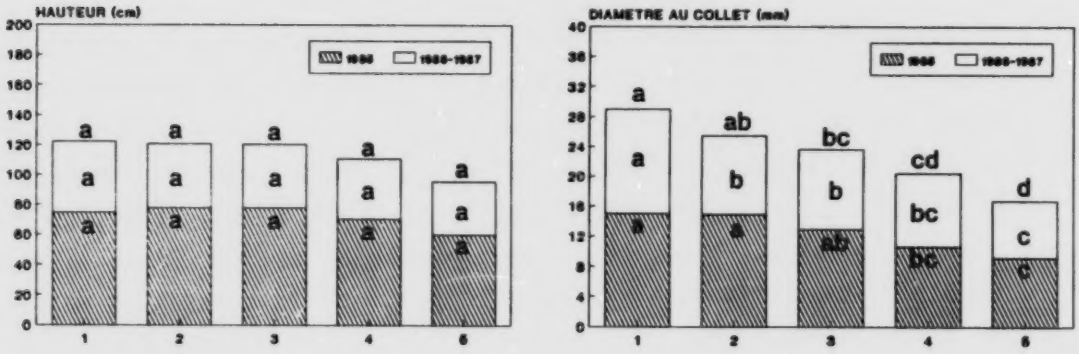
La croissance des plants a été significativement affectée par l'intensité de compétition; au secteur 02 (Fr-Ep), les accroissements en hauteur et en diamètre observés au cours des trois dernières années dans la classe de volume de compétition initiale la plus élevée (plus de 8 400 $m^3$/ha), se sont avérés moins de la moitié de ceux observés dans les classes les plus faibles.

De façon générale, dans tous les secteurs, la croissance en diamètre des plants a diminué significativement avec l'intensité de compétition (figures 3.2 et 3.3). Lorsqu'elle est influencée, la croissance en hauteur semble, par ailleurs, n'être affectée qu'à partir de la 3ième (4 300 $m^3$/ha) ou la 4ième classe de compétition (6 400 $m^3$/ha) et ce, de façon plus irrégulière. C'est le cas par exemple du secteur 03 de la région du Bas St-Laurent/Gaspésie (figure 3.2) où, de la classe 1 à la classe 3, l'acroissement des deux dernières années tend à augmenter (23,4 à 28,1 cm) pour ensuite diminuer, de façon constante (16,8 cm pour la classe 5). Cette contradiction apparente peut en partie être expliquée par le fait que la croissance en hauteur soit régie par l'intensité de la compétition mais également, par les conditions de drainage et de fertilité. Ainsi, dans un secteur où ces conditions peuvent constituer un facteur limitant à la croissance des plants et de la végétation de compétition, il peut être possible d'observer, avec l'amélioration des conditions de site, une augmentation parallèle du dynamisme des plants et de la végétation concurrente, jusqu'à ce que l'intensité de cette dernière entraîne une compétition trop importante pour les plants. La compétition deviendrait alors un facteur limitant, entraînant une diminution de la croissance des plants avec l'augmentation du dynamisme de la végétation adventice.

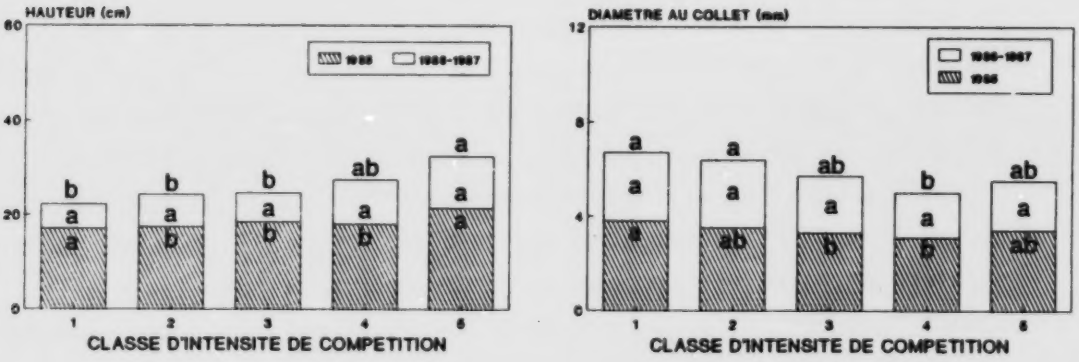
## SECTEUR 05 (Fi-Fr,Epn)




## SECTEUR 06 (Fi-Fr, Epn)




## SECTEURS 07 ET 08 (Fi-Fr, Epb)




Deux colonnes d'une même année associées à une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil $\alpha = 0,05$. Test de comparaisons multiples de moyennes SNK.

FIGURE 3.3 : ÉVOLUTION COMPARATIVE DE LA HAUTEUR ET DU DIAMÈTRE AU COLLET DES PLANTS PAR CLASSE D'INTENSITÉ DE COMPÉTITION INITIALE (1985). PARCELLES TÉMOINS, TYPE FI-FR. RÉGION 07, SECTEURS 05 ET 06 ET RÉGION 03, SECTEURS 07 ET 08.

Cette hypothèse pourrait expliquer, en fonction de l'équilibre et de la variabilité existant pour chaque secteur au niveau des conditions de site et de compétition, l'observation de tendances différentes quant à l'évolution de la croissance en hauteur des plants en fonction de l'intensité de compétition.

### 3.3 Sommaire

- La récolte d'observations quantitatives et la prise de mesures à intervalles réguliers a permis de décrire l'évolution phénologique et de tracer les courbes d'accroissement des principales espèces concurrentes et des plants au cours de la saison de croissance.

- Un indice de compétition préliminaire, exprimant le volume de la végétation concurrente (hauteur moyenne (m) X couverture ($m^2$/ha) ) a été développé dans le but d'illustrer l'influence de la compétition sur la croissance des plants des secteurs à l'étude.

- Dans tous les secteurs, la croissance en diamètre a été réduite significativement avec l'augmentation de l'intensité de compétition. Lorsqu'elle est influencée, la croissance en hauteur semble n'être affectée qu'à partir de la 3ième (4300 $m^3$/ha) ou 4ième classe de compétition (6400 $m^3$/ha).

# 4. ÉTUDE DE PRODUCTIVITÉ

Un des facteurs importants pouvant compromettre l'utilisation de certaines techniques de dégagement mécanique ou manuel réside dans leur productivité relativement faible. Une étude de temps détaillée a donc été réalisée dans des conditions opérationnelles, en 1984, sur l'ensemble des traitements expérimentés dans le type de compétition Fr-Ep.

Ce chapitre rapporte d'abord les résultats de productivité globale, suivis des résultats sur la répartition des temps de travail et de ceux obtenus des inventaires de contrôle de la qualité d'exécution de chacun des traitements.

## 4.1 Comparaison de la productivité des traitements

Au cours de l'étude, la productivité de neuf traitements différents a été évaluée et comparée en période feuillée (voir tableau 2.3) alors que seuls les quatre traitements réalisés sur rayon de 60 cm ont été étudiés en période non feuillée.

Les productivités présentées au tableau 4.1 correspondent aux temps d'exécution moyens issus du chronométrage global, augmentés des délais associés à la distribution et la mise en opération des outils mécanisés au début de la journée de travail. Des différences importantes entre les traitements sont constatées, les valeurs moyennes variant de 130,0 à 381,7 $m^2$/heure-personne. Le traitement SC B80 est ainsi près de trois fois plus productif que le traitement ERA R60.

En période feuillée, les différences significatives entre les productivités des divers traitements tendent à former des regroupements

TABLEAU 4.1: PRODUCTIVITÉ TOTALE DES TRAITEMENTS PAR PÉRIODE D'INTERVENTION. TYPE DE COMPÉTITION FR-EP. TEST DE COMPARAISONS MULTIPLES DE MOYENNES DE DUNCAN[1].

| TRAITEMENTS | N | CHRONO. GLOBAL (hres-pers. /hectare) | PRÉCISION (%) | DÉLAIS MISE EN OPÉRATION (hres-pers. /hectare) | PRODUCTIVITÉ TOTALE ($m^2$/hre-pers.) | PRODUCTIVITÉ TOTALE (hres-pers. /hectare)[2] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PÉRIODE FEUILLÉE | | | | | | |
| SC B80 | 7 | 23,8 | 81,3 | 2,4 | 381,7 | 26,2 a |
| SC MC B80 | 7 | 29,2 | 80,3 | 2,5 | 315,5 | 31,7 a |
| SC R60 | 7 | 32,5 | 80,7 | 3,3 | 279,3 | 35,8 a |
| SER R40 | 10 | 51,5 | 80,3 | --- | 194,2 | 51,5 b |
| CIS R60 | 13 | 54,3 | 81,4 | --- | 184,2 | 54,3 bc |
| SER R60 | 11 | 57,3 | 80,7 | --- | 174,5 | 57,3 bc |
| SC MC R60 | 5 | 55,1 | 87,7 | 4,8 | 166,9 | 59,9 bcd |
| ERA R40 | 6 | 67,2 | 80,0 | --- | 148,8 | 67,2 cd |
| ERA R60 | 9 | 74,7 | 82,2 | --- | 133,9 | 74,7 d |
| PÉRIODE NON FEUILLÉE | | | | | | |
| SC R60 | 6 | 27,5 | 90,7 | 1,5 | 344,8 | 29,0 a |
| SER R60 | 7 | 43,6 | 91,6 | --- | 229,4 | 43,6 b |
| CIS R60 | 6 | 48,2 | 86,4 | --- | 207,7 | 48,2 b |
| ERA R60 | 5 | 76,9 | 92,3 | --- | 130,0 | 76,9 c |

[1] Le test de Duncan a été appliqué sur les valeurs originales en hres-pers./ha.
[2] Deux moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil $\alpha = 0,05$.

selon qu'ils sont effectués à l'aide d'outils mécanisés, d'outils manuels ou par éradication. Les outils mécanisés sont les plus productifs et se distinguent significativement des autres, à l'exception du traitement par coupe et badigeonnage de souches sur rayon de 60 cm autour des plants (SC MC R60). Les traitements les moins productifs sont ceux effectués par éradication alors que les outils manuels présentent des résultats intermédiaires. En période non feuillée, les mêmes tendances au regroupement se forment quant à la productivité obtenue selon le type d'outil utilisé. La scie circulaire s'avère donc, parmi ceux-ci, être l'outil de dégagement le plus productif, peu importe la saison.

## 4.2 Répartition du temps de travail

La productivité totale des traitements se compose de différents éléments de travail qui ont été identifiés à priori comme étant le temps de dégagement, le temps de recherche (incluant les déplacements entre les plants) et les délais.

L'analyse du tableau 4.2 permet de faire ressortir les points suivants:

- Pour le temps de dégagement, il y a confirmation des tendances déjà observées sur le temps total quant au regroupement des techniques similaires, tant en période feuillée que non feuillée.

- Les temps de recherche sont plus faibles avec la scie circulaire qu'avec les traitements manuels, compte tenu principalement du fait que la recherche du plant s'effectue, en général, simultanément à la coupe des tiges avec la scie circulaire.

- Les délais sont cependant significativement plus élevés et de façon plus marqués lors de l'utilisation du dispositif de badigeonnage de

TABLEAU 4.2: RÉPARTITION DES ÉLÉMENTS DE TRAVAIL PAR TRAITEMENT ET PÉRIODE D'INTERVENTION. TYPE DE COMPÉTITION FR-EP. TEST DE COMPARAISONS MULTIPLES DE MOYENNES DE DUNCAN[1].

| TRAITEMENTS | N | ÉLÉMENTS DE TRAVAIL (hres-pers./ha) DÉGAGEMENT | RECHERCHE | DÉLAIS |
|---|---|---|---|---|
| PÉRIODE FEUILLÉE | | | | |
| SC B80 | 7 | 15,3 a | 5,6 a | 5,3 b c |
| SC R60 | 7 | 17,7 a | 10,3 a b | 7,8 c |
| SC MC B80 | 7 | 17,9 a | 6,7 a | 7,1 c |
| SER R40 | 10 | 25,6 a b | 23,2 d | 2,7 a b |
| SC MC R60 | 5 | 26,3 a b | 14,2 b c | 19,4 d |
| SER R60 | 11 | 31,0 b c | 25,0 d | 1,3 a |
| CIS R60 | 13 | 31,2 b c | 21,9 c d | 1,2 a |
| ERA R40 | 6 | 37,5 c d | 27,8 d | 1,9 a |
| ERA R60 | 9 | 45,5 d | 26,6 d | 2,6 a b |
| PÉRIODE NON FEUILLÉE | | | | |
| SC R60 | 6 | 19,0 a | 5,3 a | 4,7 c |
| CIS R60 | 6 | 29,1 b | 17,1 c | 2,0 b |
| SER R60 | 7 | 30,8 b | 11,9 b | 0,9 a |
| ERA R60 | 5 | 55,6 c | 19,2 c | 2,1 b |

[1] Les moyennes d'une colonne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil $\alpha = 0,05$

souches Työvaline, sur un rayon de 60 cm autour du plant, traitement pour lequel ce dispositif est mal adapté.

Enfin, la figure 4.1 présente la ventilation des délais, selon qu'ils soient d'ordre personnel (arrêt volontaire, repos), opérationnel (intervention du contremaître), mécanique (bris et réparation des outils) ou reliés à l'entretien (plein des réservoirs, affûtage). On constate que les traitements manuels présentent les délais les plus faibles (0,9 - 2,7 heures-personne/ha) qui se partagent à peu près également en délais personnel et opérationnel. Pour la scie circulaire, s'ajoute les délais d'entretien et d'ordre mécanique qui comptent pour 72 à 83% des délais totaux.

## 4.3 Effet de la période d'intervention

L'effet de la période d'intervention a été évalué pour la productivité totale ainsi que pour chacun des éléments de travail, à partir des valeurs moyennes observées sur les traitements effectués sur un rayon de 60 cm autour des plants.

Bien que les productivités totales soient toutes supérieures en période non feuillée, à l'exception du traitement par éradication, la seule différence détectée comme étant significative est reliée au traitement utilisant la débroussailleuse avec 6,8 heures-personne/ha de moins en période non feuillée (tableau 4.3).

Le temps de recherche est affecté de façon significative par la période lors de l'utilisation de la débroussailleuse et de la serpe (5,0 et 13,1 heures-personne/ha de plus en période feuillée respectivement). Cette constatation est d'ailleurs corroborée par les tendances observées pour les autres traitements.

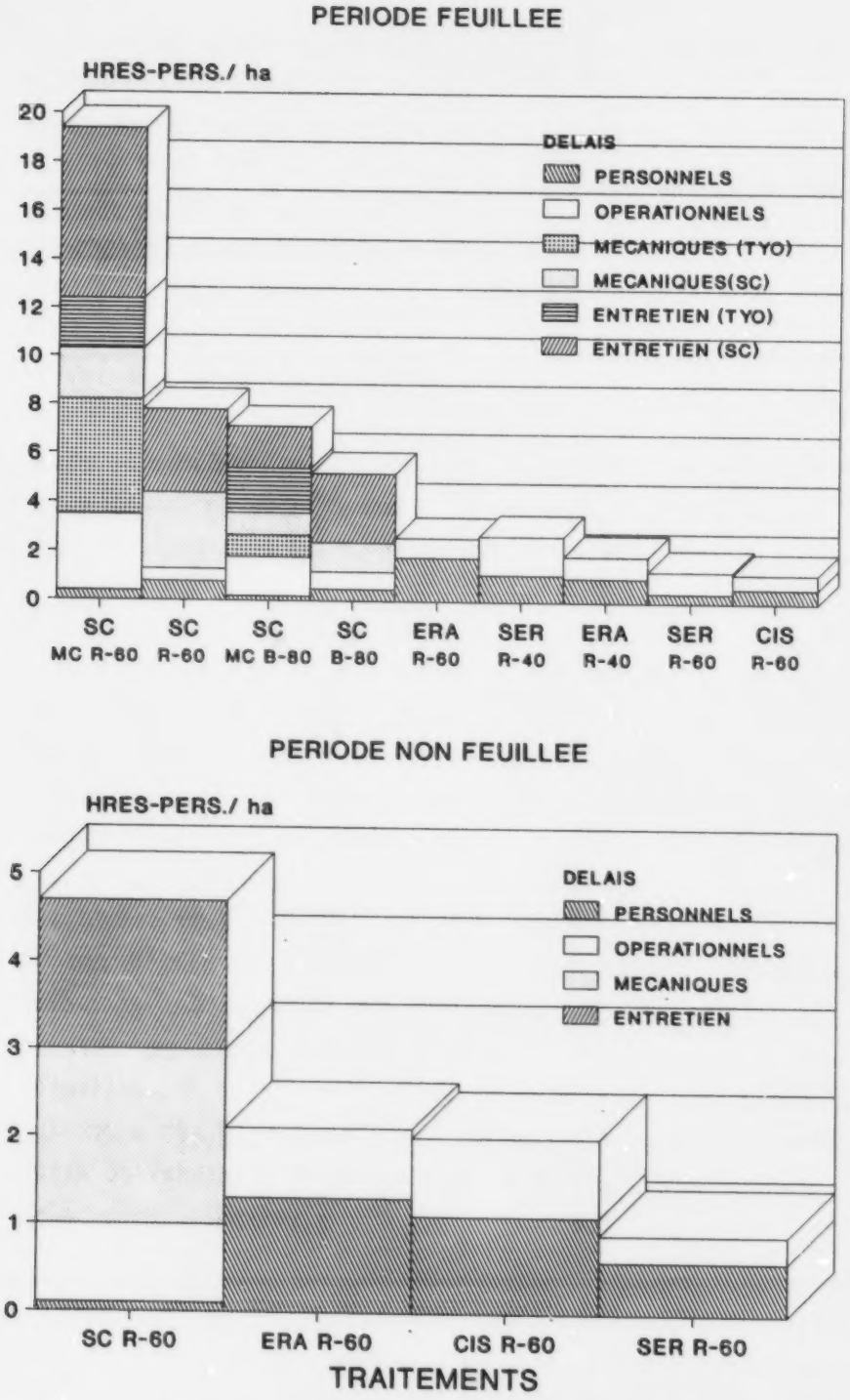



FIGURE 4.1 : NATURE DES DÉLAIS PAR TRAITEMENT ET PÉRIODE D'INTERVENTION. ÉTUDE DE PRODUCTIVITÉ, TYPE DE COMPÉTITION FR-EP.

TABLEAU 4.3: EFFET DE LA PÉRIODE D'INTERVENTION SUR LA PRODUCTIVITÉ TOTALE ET LES ÉLÉMENTS DE TRAVAIL. ANALYSE DE VARIANCE.

| TRAITEMENTS | Temps en hres-pers./ha ($m^2$/hre-pers.) FEUILLÉE | NON FEUILLÉE | DIFFÉRENCE |
|---|---|---|---|
| Scie circulaire R60 | | | |
| Productivité totale | 35,8 (279,3) | 29,0 (344,8) | 6,8** (-65,5) |
| Dégagement | 17,7 | 19,0 | -1,3 |
| Recherche | 10,3 | 5,3 | 5,0** |
| Délais | 7,8 | 4,7 | 3,1 |
| Serpe R60 | | | |
| Productivité totale | 57,3 (174,5) | 43,6 (229,4) | 13,7 (-54,9) |
| Dégagement | 31,0 | 30,8 | 0,2 |
| Recherche | 25,0 | 11,9 | 13,1** |
| Délais | 1,3 | 0,9 | 0,4 |
| Cisailles R60 | | | |
| Productivité totale | 54,3 (184,2) | 48,2 (207,7) | 6,1 (-23,5) |
| Dégagement | 31,2 | 29,1 | 2,1 |
| Recherche | 21,9 | 17,1 | 4,8 |
| Délais | 1,2 | 2,0 | -0,8* |
| Éradication R60 | | | |
| Productivité totale | 74,7 (133,9) | 76,9 (130,0) | -2,2 (3,9) |
| Dégagement | 45,5 | 55,6 | -10,1 |
| Recherche | 26,6 | 19,2 | 7,4 |
| Délais | 2,6 | 2,1 | 0,5 |

* Différence significative au seuil $\alpha = 0,05$.
** Différence significative au seuil $\alpha = 0,01$.

Enfin, outre un temps de dégagement de 10 heures-personne/ha plus élevé en période non feuillée pour l'éradication, entraîné principalement par une perte de motivation observée chez les ouvriers vers la fin des travaux et la lignification complète de la végétation, le temps consacré strictement au dégagement n'est pas influencé de façon significative par la période des travaux.

## 4.4 Effet des variables du milieu

Des tests de corrélation ont été effectués pour vérifier l'incidence des variables du milieu sur les temps de recherche et de dégagement pour les traitements mécaniques et les méthodes manuelles.

L'analyse réalisée a montré que lors des opérations réalisées dans le type Fr-Ep, les temps de dégagement et de recherche avaient tendance à augmenter avec le nombre de tiges de compétition et surtout, avec la hauteur de la végétation concurrente, principalement lors de l'utilisation d'outils manuels. D'autre part, aucune relation n'a pu être établie entre les temps de dégagement et de recherche et la densité des plants, ce qui implique que la productivité varie très peu, quelle que soit le nombre de plants à l'hectare. Des observations en cours d'opération ont permis de constater qu'un plant absent est recherché plus longtemps, ce qui explique que la productivité n'augmente pas nécessairement avec une diminution de la densité des plants. A la lumière de ces résultats, il serait donc préférable de retenir la superficie plutôt que le nombre de plants à dégager, comme unité de production, lors de la prévision du rendement de travaux de dégagement mécanique et manuel sur une base opérationnelle.

## 4.5 Contrôle de la qualité des traitements

Un inventaire de contrôle de la qualité d'exécution des travaux a été réalisé après chaque traitement et a permis d'évaluer le pourcentage de dommages majeurs causés aux plants (dommages à la tige ou à la flèche terminale), la hauteur moyenne de coupe des tiges de compétition, le rayon réel de dégagement autour du plant, ainsi que le nombre de plants non dégagés. Les résultats de l'inventaire de contrôle sont présentés, à titre d'exemple, pour le type de compétition Fr-Ep, le dégagement y ayant été effectué sur une base opérationnelle dans le cadre de l'étude de productivité en 1984.

L'analyse des histogrammes de la figure 4.2 permet donc de constater les points suivants:

- Le pourcentage de dommages majeurs, exception faite du traitement SC-MC-60, est inférieur à 12,6%, toujours supérieur pour la scie circulaire par rapport aux outils manuels et inférieur en période non feuillée.

- La largeur de bande réellement dégagée dépasse d'environ 30 cm celle prescrite à 80 cm. Le rayon de 60 cm est assez bien respecté et varie peu en fonction de la période alors que le rayon de 40 cm est dépassé d'un peu plus de 10 cm.

- Le pourcentage de plants oubliés gravite autour de 4% en période feuillée et de 2% en période non feuillée.

- Enfin, la hauteur moyenne de coupe au-dessus du plant était d'un peu plus de 30 cm alors que les outils manuels et la scie circulaire permettent de couper les tiges à une hauteur moyenne de l'ordre de 15 cm lors d'une coupe prescrite au niveau du sol.

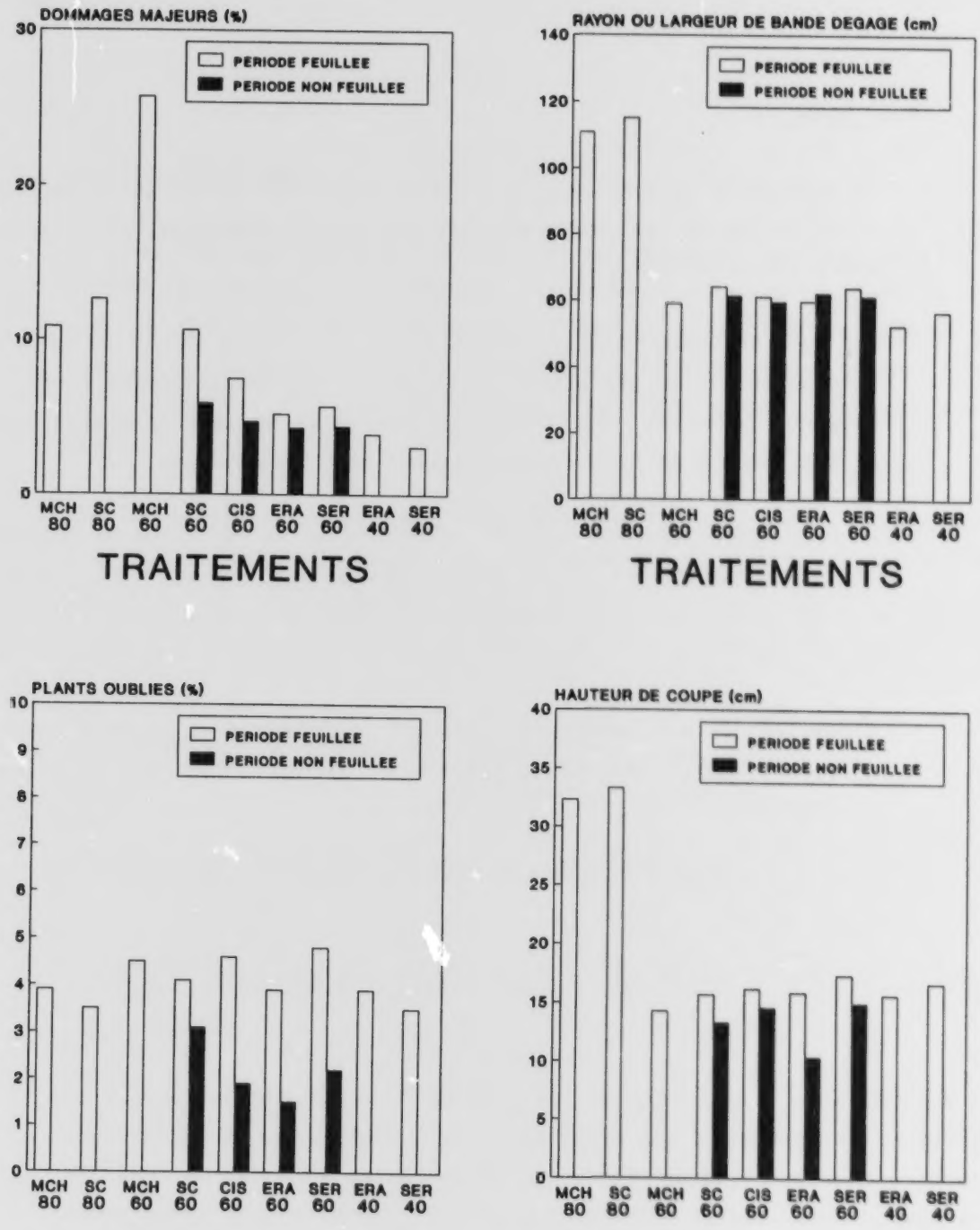



FIGURE 4.2 : POURCENTAGE DE DOMMAGES MAJEURS, RAYON OU LARGEUR DE BANDE DÉGAGÉ, POURCENTAGE DE PLANTS OUBLIÉS ET HAUTEUR MOYENNE DE COUPE PAR TRAITEMENT. PÉRIODE FEUILLÉE ET NON FEUILLÉE. TYPE DE COMPÉTITION FR-EP.

## 4.6 Sommaire

- Peu importe la saison, la scie circulaire s'avère être l'outil le plus productif, suivi des outils manuels (serpes et cisailles) et du traitement d'éradication.

- Pour les traitements utilisant la scie circulaire et la serpe, le temps de recherche des plants a été réduit significativement après la chute des feuilles. Des tendances similaires ont été observées pour les traitements utilisant les cisailles et l'éradication.

- Aucune relation précise n'a été identifiée entre les temps de dégagement et de recherches et la densité des plants, ce qui implique que dans les conditions généralement rencontrées, la productivité des opérations varie peu en fonction du nombre de plants à l'hectare.

- Le pourcentage de dommages majeurs est supérieur avec la scie circulaire par rapport aux outils manuels et toujours inférieur en saison non feuillée.

# 5. EFFET DU DÉGAGEMENT

Ce chapitre présente et analyse les principaux résultats reliés à l'effet des techniques de dégagement expérimentés. Ils indiquent d'une part, l'efficacité des différents traitements à réprimer la végétation concurrente et d'autre part, à favoriser la croissance des plants. Ils sont présentés individuellement pour chacun des dispositifs expérimentaux.

Afin de synthétiser la présentation des résultats, l'effet du dégagement sur la végétation de compétition est illustré à partir des variations observées sur le pourcentage global de couverture, le nombre total de tiges par mètre carré et la hauteur moyenne pondérée. Quant à la réponse des plants, elle est évaluée à partir des réactions observées sur les croissances en hauteur et en diamètre, la biomasse anhydre de la tige ainsi que la densité des plants à l'hectare.

## 5.1 Type de compétition framboisier-épilobe (Fr-Ep)

### 5.1.1 Effets moyens du dégagement sur la végétation concurrente et les plants

Le dégagement mécanique et manuel, tel qu'expérimenté dans le type de compétition Fr-Ep, a donné lieu après trois ans à une reprise de la végétation concurrente relativement vigoureuse dans l'ensemble. Ainsi, aucun effet de traitement significatif n'a été relevé, compte tenu des réductions moyennes de 7% en couverture et en nombre de tiges et de 12% en hauteur obtenues trois ans après le premier traitement (tableau 5.1).

TABLEAU 5.1: EFFET DES TRAITEMENTS SUR LA VÉGÉTATION CONCURRENTE (FR-EP) ET LES PLANTS (EPN), TROIS ANS APRÈS LE PREMIER DÉGAGEMENT. RÉGION 01, SECTEURS 01 (LAC TÉMISCOUATA) ET 02 (LAC SQUATEC). ANALYSE DE VARIANCE ET DE COVARIANCE[1] ET TEST DE COMPARAISONS MULTIPLES DE MOYENNES SNK[2].

| VARIABLE | TRAITEMENT[3] | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VÉGÉTATION CONCURRENTE | TOUS TRAITEMENTS[4] | SOL R60-1 | SOL R60-2 | SOL R60-3 | ERA R60-1 | ERA R60-2 | ERA R60-3 | SOL R40-1 | ERA R40-1 | HSP B80-1 | TÉMOIN | PROB. (α) |
| Couverture | 100,8 (93%) | 104,5 (96%) | 99,9 (92%) | 93,5 (86%) | 101,8 (94%) | 90,8 (84%) | 101,3 (93%) | 98,2 (91%) | 111,8 (103%) | 105,5 (97%) | 108,4 (100%) | 0,742 |
| Nbre tiges/m$^2$ | 35,2 (93%) | 39,0 (103%) | 34,4 (91%) | 34,9 (92%) | 34,7 (91%) | 30,4 (80%) | 31,9 (84%) | 35,9 (94%) | 35,4 (93%) | 39,9 (105%) | 38,0 (100%) | 0,376 |
| Hauteur (cm) | 60,5 (88%) | 62,1 (91%) | 60,2 (88%) | 58,4 (85%) | 58,6 (85%) | 54,1 (79%) | 58,2 (85%) | 62,1 (91%) | 66,5 (97%) | 64,6 (94%) | 68,6 (100%) | 0,093 |
| PLANTS[5] | | | | | | | | | | | | |
| Acc. hauteur (cm)[1] 85-87 | 55,2 (111%) | 57,3 a (116%) | 55,0 a (111%) | 53,8 a (109%) | 56,5 a (114%) | 57,3 a (116%) | 51,5 a (104%) | 56,3 a (114%) | 56,7 a (115%) | 52,3 a (106%) | 49,5 a (100%) | 0,042* |
| Long. flèche (cm)[1] 87 | 22,6 (112%) | 23,5 a (117%) | 22,6 a (112%) | 21,9 a (109%) | 22,8 a (113%) | 23,9 a (119%) | 20,4 a (101%) | 23,2 a (115%) | 23,7 a (118%) | 21,1 a (105%) | 20,1 a (100%) | 0,006** |
| Acc. diam. (mm)[1] 85-87 | 11,8 (118%) | 12,5 a (125%) | 12,4 a (124%) | 12,2 ab (122%) | 11,6 ab (116%) | 12,5 a (125%) | 11,8 ab (118%) | 11,1 ab (111%) | 10,9 ab (109%) | 11,4 ab (114%) | 10,0 b (100%) | 0,002** |
| Masse tige (g)[1] | 73,5 (110%) | 79,0 a (118%) | 73,3 a (110%) | 75,0 a (112%) | 71,0 a (106%) | 77,8 a (117%) | 66,1 a (99%) | 71,5 a (107%) | 78,1 a (117%) | 70,1 a (105%) | 66,7 a (100% | 0,019* |
| Densité (pl./ha)[1] | 1 499 (100%) | 1 513 (101%) | 1 494 (100%) | 1 495 (100%) | 1 492 (100%) | 1 449 (97%) | 1 491 (99%) | 1 494 (100%) | 1 500 (100%) | 1 565 (104%) | 1 499 (100%) | 0,604 |

1: Les moyennes présentées correspondent aux moyennes ajustées par covariance.
2: Les moyennes d'une ligne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil α = 0,05.
3: Les chiffres -1, -2, -3 indiquent le nombre d'intervention. Voir tableau 2.2 pour signification des abréviations par traitement.
4: Valeurs fournies à titre indicatif seulement, non incluses aux analyses de variance et de covariance.
5: Hauteur moyenne des plants dans les parcelles témoins: 98,4 cm.
*: Significatif au seuil α = 0,05, ** α = 0,01.

Les plants d'épinette noire ont cependant tiré profit de l'absence temporaire de compétition en réagissant positivement, sur une période de trois ans pour l'ensemble des traitements, par une augmentation moyenne de l'accroissement en diamètre de l'ordre de 2 mm (18%), mais aussi de l'accroissement en hauteur de près de 6 cm (11%) par rapport aux plants témoins.

Résultant de ces deux accroissements, la masse anhydre de la tige obtenue à l'aide du tarif de biomasse développée pour les fins de l'étude, présente un écart moyen de 11% entre les parcelles traitées et témoins.

Si l'on ne considère que les parcelles dégagées une seule fois, on constate que les gains de croissance en diamètre, qui étaient de l'ordre de 18% un an après dégagement (FRDF Inc., 1986), n'ont que légèrement diminué après trois ans (gain moyen de 15%), démontrant une certaine persistance des effets observés. De plus, l'effet des traitements s'est également manifesté au plan statistique sur la croissance en hauteur, ce qui n'était qu'une tendance après deux ans (FRDF Inc., 1987).

Ces constatations corroborent les résultats de plusieurs expériences menées sur le dégagement des conifères indiquant que le diamètre répond davantage à des réductions de la végétation indésirable que la hauteur (Huckenpahler, 1954; Knowe et al., 1983; Zutter et al., 1986), bien que la hauteur puisse montrer une réaction positive plus faible ou être susceptible de réagir plus tard (Hatchell, 1964; Roberts, 1980; Gratkowski, 1979 in Stewart et al., 1984). Notons à ce sujet que la croissance en diamètre serait, pour une saison donnée, en partie corrélée avec les conditions prévalant pendant la même saison, alors que la croissance en hauteur serait davantage influencée par les conditions qui prévalaient la saison précédente (Kramer et Kozlowski, 1979; Lanner, 1985). L'augmentation de l'activité photosynthétique générée par le dégagement favoriserait d'abord une augmentation de la masse foliaire et du

diamètre par suite des échanges accrus à l'intérieur du plant, permettant ainsi d'accumuler un apport supplémentaire de réserves susceptibles de favoriser une meilleure croissance en hauteur.

### 5.1.2 Influence des modalités d'intervention

Les différentes modalités d'intervention expérimentées n'ont pas marqué outre mesure l'effet des traitements dans le type de compétition Fr-Ep. Ainsi, le mode de traitement (coupes au sol avec ou sans badigeonnage des souches, coupes à hauteur supérieure au plant et éradication), l'intensité de dégagement (rayons de 40 et 60 cm) et le nombre de traitements (une, deux et trois interventions) ont peu influencé les résultats observés en moyenne quant au contrôle de la végétation concurrente et à l'augmentation de la croissance des plants. Les résultats obtenus ne seront donc pas présentés en détail dans le cadre de ce rapport synthèse.

Notons cependant que la différence de superficie dégagée, bien que du simple au double entre les rayons de 40 et 60 cm, n'a pas influencé, de façon suffisante, la croissance des plants pour permettre de déceler des différences. L'éradication manuelle a réduit de quatre tiges par mètre carré la densité de la végétation concurrente, comparativement à la coupe au sol, ce qui n'a certes pas été suffisant pour que la croissance des plants soit affectée. Par ailleurs, le badigeonnage des souches simultanément à la coupe, avec des concentrations de 5 et 10% de glyphosate, n'a montré aucun avantage significatif lors des remesurages un an après traitement, dans le type Fr-Ep. Enfin, le remesurage des plants, réalisé en 1987, deux ans après un second dégagement et un an après un troisième et dernier traitement, n'a pas montré de gain en croissance supplémentaire par rapport aux plants dégagés une seule fois. On doit cependant souligner que dès le second traitement en 1985, la hauteur des

plants traités atteignait 67 cm, surpassant de 11 cm la hauteur moyenne de la végétation concurrente (56 cm), expliquant ainsi en partie l'absence de gain découlant d'une seconde ou d'une troisième intervention.

### 5.1.3 Effet de la période de traitement

Bien que l'analyse statistique détaillée ait été réalisée de façon à comparer chacun des traitements entre eux (y compris le témoin) pour chacune des périodes, le tableau 5.2 résume l'effet de la période d'intervention en comparant les gains moyens obtenus de l'ensemble des traitements, en périodes feuillée et non feuillée.

Quoique dans l'ensemble, l'influence de la période d'intervention n'apparaît pas très grande dans le type de compétition Fr-Ep, on constate que, pour chacune des variables mesurées, le dégagement en période feuillée a permis un meilleur contrôle de la végétation concurrente et des gains relatifs équivalents ou supérieurs à la période non feuillée, en ce qui a trait à la croissance des plants.

## 5.2 Type de compétition feuillus intolérants-framboisier (Fi-Fr)

Les dispositifs expérimentaux établis dans les régions du Bas Saint-Laurent/Gaspésie (01), de Québec (03) et de l'Outaouais (07) ont permis d'évaluer l'effet du dégagement pour le type Fi-Fr, deux ans après la première intervention.

TABLEAU 5.2: EFFET MOYEN DU DÉGAGEMENT POUR TOUS LES TRAITEMENTS REGROUPÉS, EN FONCTION DE LA PÉRIODE D'INTERVENTION, TROIS ANS APRÈS TRAITEMENT. RÉGION 01, SECTEURS 01 (LAC TÉMISCOUATA) ET 02 (LAC SQUATEC).

| VARIABLE | PÉRIODE | | | |
|---|---|---|---|---|
| | FEUILLÉE | | NON FEUILLÉE | |
| VÉGÉTATION CONCURRENTE | Témoin | Traité (tr/té) | Témoin | Traité (tr/té) |
| Couverture (%) | 106,6 | 94,4 (89%) | 112,5 | 115,2 (102%) |
| Nbre de tiges/$m^2$ | 36,4 | 31,6 (87%) | 41,8 | 43,0 (103%) |
| Hauteur (cm) | 68,6 | 56,2 (82%) | 68,6 | 70,0 (102%) |
| PLANTS | | | | |
| Acc. haut. 85-87 (cm) | 51,3 | 58,2 (113%) | 45,4 | 48,2 (106%) |
| Long. flèche 87 (cm) | 21,4 | 24,0 (112%) | 17,4 | 19,1 (110%) |
| Acc. diam. 85-87 (mm) | 10,9 | 12,6 (116%) | 8,4 | 9,8 (116%) |
| Densité (pl/ha) | 1511 | 1519 (101%) | 1470 | 1454 (99%) |

### 5.2.1 Effets moyens du dégagement sur la végétation concurrente et les plants

Les traitements réalisés dans le type de compétition Fi-Fr, ont aussi donné lieu, dans l'ensemble, à une reprise vigoureuse de la végétation concurrente (tableau 5.3 et 5.4), bien que des réductions significatives aient été signalées pour la couverture et la hauteur moyenne notamment dans le dispositif principal de l'étude établi dans la région 01. Les trois principaux traitements expérimentés (les dégagements par coupe au sol en plein et sur bande de 120 cm ainsi que le bris des tiges) ont permis de réduire la hauteur de la végétation d'environ 10 cm, en moyenne, alors que le couvert de végétation concurrente s'est refermé complètement après deux saisons de croissance, tel que mesuré dans un rayon de 40 cm autour des plants (tableau 5.3). Quant à la densité des tiges, elle s'est modifiée à la hausse à la suite de la coupe en plein qui, provoquant un ensoleillement accru au niveau du sol, a favorisé entre autres la reproduction végétative du framboisier.

Les plants ont montré des gains de croissance en diamètre appréciables. Ces gains se sont avérés directement proportionnels à l'intensité du dégagement, ce qui confirme les résultats rapportés dans la littérature (Plice et Hedden, 1931; Cooley et Lord, 1958; Russel, 1969). Alors qu'il n'y a eu aucune différence significative entre les dégagements sur rayon de 40 et 60 cm dans le type de compétition Fr-Ep, les différences de superficies dégagées entre une coupe sur bande de 120 cm et une coupe en plein (permettant de vérifier l'importance d'éliminer la totalité du couvert) sont suffisamment grandes pour distinguer les deux intensités de dégagement quant aux avantages respectifs qu'ils procurent sur la croissance des plants. Ainsi, dans la région 01, le gain d'accroissement en diamètre atteint jusqu'à 66% (2,7 mm) deux ans après dégagement en plein et 46% (1,9 mm) après dégagement sur bande de 120 cm. L'intensité de dégagement se révèle donc déterminante sur la croissance en

TABLEAU 5.3: EFFET DES TRAITEMENTS SUR LA VÉGÉTATION CONCURRENTE (FI-FR) ET LES PLANTS (EPN) DEUX ANS APRÈS DÉGAGEMENT. RÉGION 01, SECTEUR 03 (LAC ANNA). ANALYSE DE VARIANCE ET DE COVARIANCE ET TEST DE COMPARAISONS MULTIPLES DE MOYENNES SNK[1].

| VARIABLE | TRAITEMENT | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VÉGÉTATION CONCURRENTE | TOUS TRAITEMENTS[2] | SOL PLEIN | SOL B120 | BRIS B120 | TÉMOIN | PROB. (α) |
| Couverture (%) | 107,7 (86%) | 107,1 a (85%) | 103,8 a (83%) | 112,2 a (89%) | 125,7 b (100%) | 0,000*** |
| Nbre tiges/m$^2$ | 42,5 (110%) | 50,3 b (129%) | 37,4 a (96%) | 41,0 a (105%) | 39,1 a (100%) | 0,000*** |
| Hauteur (cm) | 65,3 (87%) | 65,1 a (87%) | 63,8 a (85%) | 67,1 a (89%) | 75,0 b (100%) | 0,000*** |
| PLANTS | | | | | | |
| Acc. haut (cm) 86-87 | 28,2 (115%) | 28,2 a (115%) | 28,5 a (116%) | 27,8 a (113%) | 24,5 (100%) | 0,114 |
| Long. flèche (cm)[3] | 18,2 (109%) | 18,0 (107%) | 18,5 (110%) | 18,2 (108%) | 16,8 (100%) | 0,169 |
| Acc. diam. (mm)[3] 86-87 | 6,1 (148%) | 6,8 a (166%) | 6,0 b (146%) | 5,4 c (132%) | 4,1 d (100%) | 0,000*** |
| Masse tiges (g)[3] | 32,7 (120%) | 34,7 a (128%) | 32,9 ab (121%) | 30,5 b (112%) | 27,2 c (100%) | 0,000*** |
| Densité (pl./ha) | 1 390 (103%) | 1 328 (99%) | 1 389 (103%) | 1 454 (108%) | 1 348 (100%) | 0,324 |

[1] Les moyennes d'une ligne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil α = 0,05.
[2] Valeurs fournies à titre indicatif seulement, non incluses aux analyses de variance et covariance.
[3] Les moyennes présentées correspondent aux moyennes ajustées par covariance.
*** Significatif au seuil α = 0,001.

TABLEAU 5.4: EFFET DES TRAITEMENTS SUR LA VÉGÉTATION CONCURRENTE (FI-FR), DEUX ANS APRÈS DÉGAGEMENT. RÉGIONS 03 (QUÉBEC) ET 07 (OUTAOUAIS). ANALYSE DE VARIANCE ET TEST DE COMPARAISONS MULTIPLES DE MOYENNES SNK[1].

| VARIABLE | | TRAITEMENT | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VÉGÉTATION CONCURRENTE | SECTEUR | TOUS TRAITEMENTS[2] | SOL PLEIN-1 | SOL B120-1 | TÉMOIN | PROB. ($\alpha$) |
| Couverture (%) | Lac Dumas(05) | 102,9 (91%) | 100,1 (88%) | 105,6 (93%) | 113,4 (100%) | 0,242 |
| | Lac Lesel(06) | 81,0 (91%) | 83,6 (94%) | 78,3 (88%) | 88,9 (100%) | 0,106 |
| | Portneuf(07+08) | 94,7 (84%) | 86,4 a (77%) | 103,0 b (91%) | 112,6 b (100%) | 0,001*** |
| Nbre tiges/m$^2$ | Lac Dumas(05) | 57,2 (103%) | 58,9 (106%) | 55,5 (100%) | 55,4 (100%) | 0,728 |
| | Lac Lesel(06) | 52,3 (123%) | 54,3 c (128%) | 50,2 b (118%) | 42,5 a (100%) | 0,001*** |
| | Portneuf(07+08) | 36,6 (125%) | 38,0 b (130%) | 35,2 b (120%) | 29,3 a (100%) | 0,021* |
| Hauteur (cm) | Lac Dumas(05) | 56,4 (87%) | 54,3 (84%) | 58,5 (91%) | 64,5 (100%) | 0,135 |
| | Lac Lesel(06) | 58,4 (87%) | 60,2 a (90%) | 56,6 a (85%) | 66,9 b (100%) | 0,006** |
| | Portneuf(07+08) | 53,0 (97%) | 52,9 (96%) | 53,0 (97%) | 54,9 (100%) | 0,820 |

1: Les moyennes d'une ligne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil $\alpha = 0,05$.
2: Valeurs fournies à titre indicatif seulement, non incluses à l'analyse de variance.
*: Significatif au seuil $\alpha = 0,05$; **: $\alpha = 0,01$; ***: $\alpha = 0,001$.

diamètre, ce qui met par ailleurs en relief l'importance de la strate des feuillus établis entre les rangées de plants quant à la compétition pour la lumière.

D'autre part, pour ce même secteur (tableau 5.3), les traitements semblent tous avoir influencé l'accroissement en hauteur de façon similaire. Ainsi, bien que non significative, une tendance générale est observée quant à l'augmentation de la longueur de la flèche terminale (7 à 10% deux ans après traitement) alors qu'aucune réaction ne s'était manifestée un an après dégagement.

L'accroissement réel en hauteur au cours des deux années suivant le traitement (différence de hauteur entre 1985 et 1987) a montré un écart plus important (13 à 16%), dû en grande partie au pourcentage plus élevé de flèches terminales broutées dans les places témoins, comparativement à 6,6 et 2,4% pour les plants dégagés sur bande de 120 cm et en plein respectivement. Quant à l'effet du dégagement sur la masse anhydre des tiges, les écarts mesurés respectent également l'ordre d'intensité des traitements. Présentés de façon relative, les gains semblent cependant plus faible que pour le diamètre puisque les résultats expriment la biomasse totale de la tige au dernier mesurage (1987) et non l'accroissement en biomasse depuis le premier traitement en 1985. Pour les secteurs des régions 03 et 07, l'influence de l'intensité du dégagement sur la croissance en diamètre et sur la masse de la tige des plants s'est également manifestée (tableau 5.5). Par ailleurs, aucun effet significatif n'a été observé et aucune tendance claire ne peut être mise en évidence à ce stade quant à la croissance en hauteur des plants dans ces mêmes secteurs.

Enfin, les traitements effectués, tant dans le type de compétition Fr-Ep que dans le type Fi-Fr, n'ont pas permis d'augmenter le taux de survie des plantations de même qu'ils n'ont eu que peu d'influence sur la conformation des plants.

TABLEAU 5.5: EFFET DES TRAITEMENTS SUR LA CROISSANCE DES PLANTS, DEUX ANS APRÈS DÉGAGEMENT. RÉGIONS 03 (QUÉBEC) ET 07 (OUTAOUAIS), ANALYSE DE COVARIANCE[1] ET TEST DE COMPARAISONS MULTIPLES DE MOYENNES SNK[2].

| VARIABLE | | TRAITEMENT | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PLANTS | SECTEUR | TOUS TRAITEMENTS[3] | SOL PLEIN-1 | SOL B120-1 | TÉMOIN | PROB. (α) |
| Acc. hauteur 86+87 (cm) | Lac Dumas (05) | 29,7 (98%) | 29,8 (98%) | 29,6 (97%) | 30,4 (100%) | 0,824 |
| | Lac Lesel (06) | 38,9 (91%) | 37,7 (88%) | 40,0 (94%) | 42,7 (100%) | 0,115 |
| | Portneuf (07+08) | 8,6 (113%) | 9,4 (124%) | 7,7 (101%) | 7,6 (100%) | 0,249 |
| Long. flèche 87 (cm) | Lac Dumas (05) | 20,4 (104%) | 20,0 (103%) | 20,7 (106%) | 19,5 (100%) | 0,607 |
| | Lac Lesel (06)[4] | 25,4 (92%) | 24,1 (87%) | 26,7 (96%) | 27,7 (100%) | 0,064 |
| | Portneuf (07+08)[4] | 7,9 (102%) | 8,0 (104%) | 7,7 (100%) | 7,7 (100%) | 0,773 |
| Acc. diam. 86+87 (mm) | Lac Dumas (05) | 5,9 (111%) | 6,2 (117%) | 5,6 (106%) | 5,3 (100%) | 0,106 |
| | Lac Lesel (06)[4] | 13,2 (121%) | 13,4 (123%) | 13,0 (119%) | 10,9 (100%) | 0,230 |
| | Portneuf (07+08) | 3,0 (130%) | 3,3 a (143%) | 2,7 b (117%) | 2,3 b (100%) | 0,005** |
| Masse tiges (g) | Lac Dumas (05) | 11,5 (110%) | 11,6 (112%) | 11,3 (109%) | 10,4 (100%) | 0,410 |
| | Lac Lesel (06) | 102,8 (114%) | 105,5 (117%) | 100,0 (111%) | 89,9 (100%) | 0,329 |
| Densité (pl./ha) | Lac Dumas (05) | 1 726 (106%) | 1 726 (106%) | 1 726 (106%) | 1 632 (100%) | 0,644 |
| | Lac Lesel (06) | 1 284 (95%) | 1 301 (96%) | 1 267 (94%) | 1 350 (100%) | 0,464 |
| | Portneuf (07+08) | 1 526 (101%) | 1 606 (107%) | 1 445 (96%) | 1 506 (100%) | 0,238 |

[1] Les moyennes présentées correspondent aux moyennes ajustées par covariance.
[2] Les moyennes d'une ligne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil $\alpha = 0,05$.
[3] Valeurs fournies à titre indicatif seulement, non incluses aux analyses de variance et de covariance.
[4] Analyse de variance sur valeurs observées.
** Significatif au seuil $\alpha = 0,001$.

Le dégagement a donc, à ce stade, essentiellement donné lieu à des gains en accroissement sur le diamètre et la biomasse, dans les deux types de compétitions étudiés. Toutefois, les effets sont assez marqués dans le type Fi-Fr pour permettre une distinction entre les différentes modalités d'intervention expérimentées.

### 5.2.2 Influence des modalités d'intervention

Outre l'influence de l'intensité du dégagement mise en évidence à la section précédente, une deuxième intervention a généré une augmentation de l'accroissement en diamètre des plants de 0,5 mm, soit 9% de plus qu'à la suite d'un seul dégagement, ce qui apparaît biologiquement faible, en considérant que les autres variables exprimant la croissance n'ont pas été affectées et que par conséquent, une réaction éventuelle de la croissance en hauteur ne devrait pas se distinguer de façon marquée (tableau 5.6).

Le mode de traitement a également été étudié. Ainsi, le dégagement par bris partiel des tiges sur bande de 120 cm a entraîné des effets sur la croissance des plants qui s'apparentent de façon générale à ceux observés pour la coupe conventionnelle au sol suivant la même intensité. Les effets observés sur la végétation adventice n'ont donc pas produit, dans le cadre de cette étude, les résultats escomptés que suggérait Lemon (1981), à savoir que le maintien d'une certaine conduction de la sève et, par conséquent, d'une portion de la cime vivante permettrait de réduire le nombre de rejets de souches.

Il en est de même de la coupe au sol avec badigeonnage de souches au glyphosate, effectuée à l'aide du dispositif ENSO. Bien que, contrairement aux essais réalisés dans le type Fr-Ep, une réduction légèrement accrue de l'intensité de compétition ait été observée au début de

TABLEAU 5.6: EFFET DU NOMBRE DE DÉGAGEMENTS SUR LA VÉGÉTATION CONCURRENTE (FI-FR) ET LES PLANTS (EPN), DEUX ANS APRÈS LE PREMIER TRAITEMENT RÉGION 01, SECTEUR 03 (LAC ANNA). ANALYSE DE VARIANCE ET DE COVARIANCE.

| VARIABLE | NOMBRE DE DÉGAGEMENTS | | | |
|---|---|---|---|---|
| VÉGÉTATION CONCURRENTE | TÉMOIN[1] | 1 | 2 | PROB. (α) |
| Couverture (%) | 125,7 | 113,4 | 103,0 | 0,000*** |
| Nbre tiges/m$^2$ | 39,1 | 43,3 | 42,6 | 0,940 |
| Hauteur (cm) | 75,0 | 71,6 | 59,5 | 0,000*** |
| PLANTS | | | | |
| Acc. haut. 86-87 (cm)[2] | 24,5 | 28,6 | 28,3 | 0,643 |
| Long. flèche (cm)[2] | 16,8 | 18,6 | 18,2 | 0,286 |
| Acc. diam. 86-87 (mm)[2] | 4,1 | 5,8 | 6,3 | 0,008** |
| Densité (pl./ha)[2] | 1 348 | 1 399 | 1 391 | 0,983 |
| Tige (g/plant)[2] | 27,2 | 32,5 | 33,7 | 0,455 |

[1] Le témoin n'est présenté qu'à titre indicatif, étant exclu du modèle d'analyse.

[2] Les moyennes présentées correspondent aux moyennes ajustées par covariance.

** Significatif au seuil α = 0,01; *** : α = 0,001.

l'année suivant le dégagement, ce traitement ne s'est pas avéré plus efficace sur la croissance des plants que la coupe unique au sol sur bande de 120 cm. Les résultats obtenus ne sont donc pas détaillés dans le présent rapport. L'absence d'effet marqué sur les tiges de feuillues peut s'expliquer par le mode d'action du glyphosate et les faibles diamètres généralement rencontrés sur le parterre qui contribueraient à rendre difficile un badigeonnage uniforme sur la surface des découpes. Comparativement à la coupe mécanique au sol, ce traitement n'a donc pas offert d'avantage au point de vue de l'efficacité et n'a eu pour effet que d'entraîner des coûts supplémentaires découlant principalement d'une productivité plus faible, de même que des coûts afférents à l'achqat du glyphosage et à l'amortissement du dispositif de badigeonnage.

Dans le même sens, les traitements de coupes successives à courts intervalles (double coupe) n'ont pas permis un meilleur contrôle de la végétation par rapport aux traitements de coupe unique au sol. Soulignons que l'expérience de Vogt et Cox (1970), qui présentait les résultats les plus significatifs, a été réalisée avec le chêne palustre dans des conditions contrôlées de lumière, de température et d'humidité.Les différences physiologiques avec les essences retenues dans la présente étude, de même que la plus grande variabilité et la complexité des interrelations pouvant exister, en milieu naturel, entre les différents facteurs agissant sur les régimes hormonaux à l'origine du dynamisme des rejets, pourraient expliquer l'absence d'efficacité de la double coupe, telle qu'elle a été observée pour le cerisier de Pennsylvanie, l'érable à épis, le peuplier faux-tremble et le framboisier.

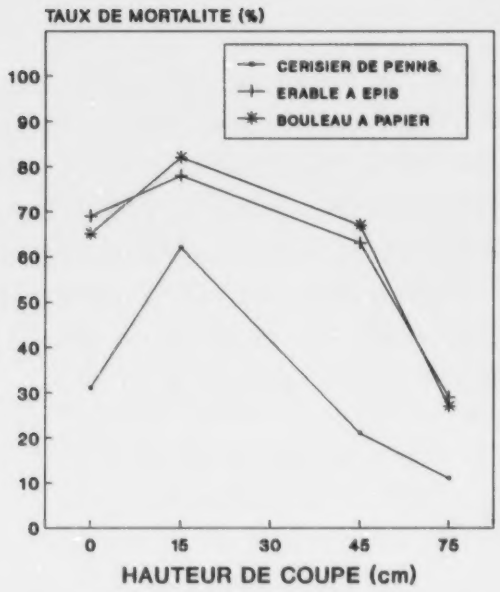
Par ailleurs, l'étude sur l'influence de la hauteur du point de coupe (0, 15, 45 et 75 cm) sur le dynamisme des rejets a mis en évidence que la coupe, telle qu'elle est habituellement pratiquée avec la scie circulaire ou les outils manuels, soit à une hauteur moyenne d'environ 15 cm, était préférable à une coupe de hauteur supérieure. En effet, à cette

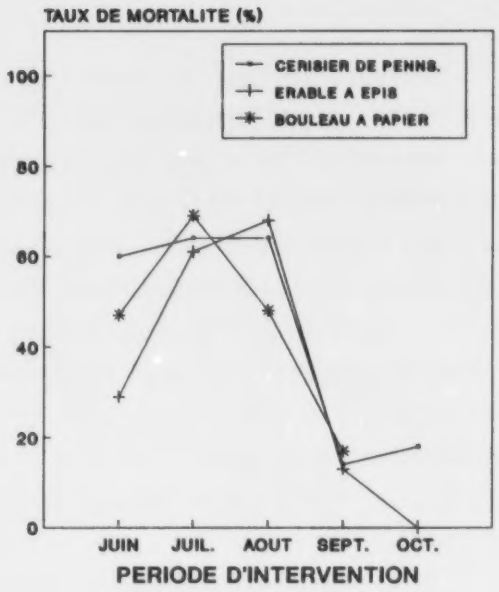
hauteur, le taux de survie des souches et le dynamisme des rejets produits seront susceptibles d'être significativement moins élevés et, de surcroît, dans une position moins favorable pour compétitionner les plants dégagés (figure 5.1). Enfin, il apparaît inutile, compte tenu des contraintes opérationnelles, de tenter de se rapprocher davantage du niveau du sol puisque, pour les trois essences étudiées, la coupe à 0 cm a engendré un taux de survie et un dynamisme des rejets plus élevés, sans toutefois se distinguer significativement de la coupe à 15 cm.

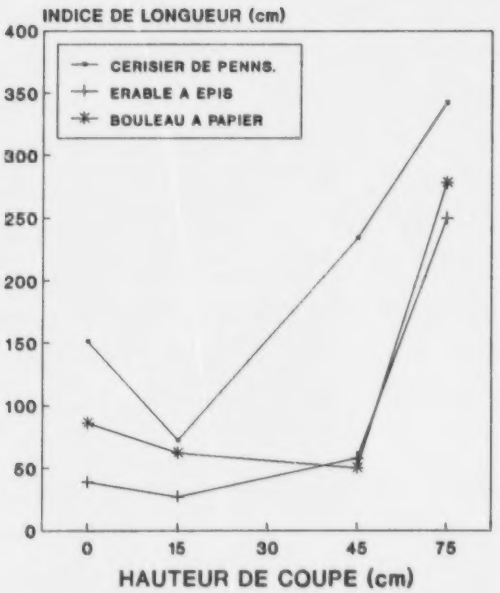
### 5.2.3 Effet de la période de traitement

La période de traitement est apparue de façon très claire comme étant des plus importantes. Le dégagement, au cours de la saison de croissance, a permis des réductions de la densité des tiges (sauf après coupe en plein), ainsi que de la hauteur moyenne de la végétation adventice, qui sont attribuables en grande partie aux effets décelés sur le framboisier. Des dispositifs expérimentaux spécifiques ont également permis de constater que, pour les feuillus, le taux de survie des souches ainsi que le dynamisme des rejets (exprimé par un indice = taux de survie X nombre de rejets X longueur) sont moindres à la suite de dégagements effectués de juin à août, juillet et août se révélant dans l'ensemble la meilleure période (figure 5.1). Cet effet de la période vient appuyer, pour le Québec, les observations de différents auteurs nord-américains (Stoeckeler, 1947; Clark et Liming, 1953; Sterett et al., 1968; La Bonte et Nash, 1978; Roberts, 1980; Blake et Raitanen, 1981 in Arron, 1983).

La croissance des plants a également bénéficié davantage des traitements effectués au cours de la saison de croissance. Juillet s'est avéré globalement la meilleure période alors que les gains en diamètre ont été les plus importants. Mentionnons que la coupe en plein y a généré un accroissement en diamètre supplémentaire de 4,3 mm (98%) et la coupe sur bande, de 3,0 mm (68%), comparativement au témoin (figure 5.2).



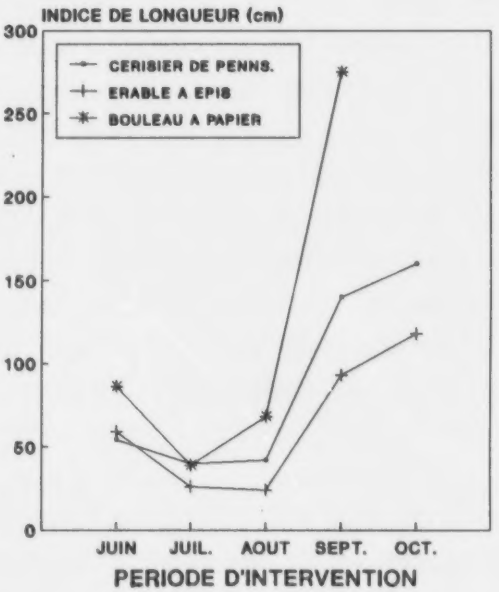
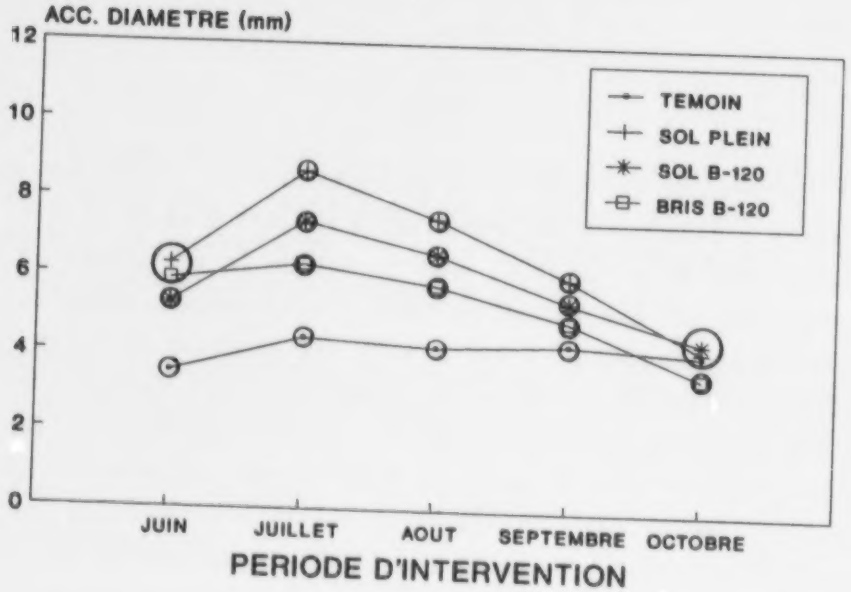
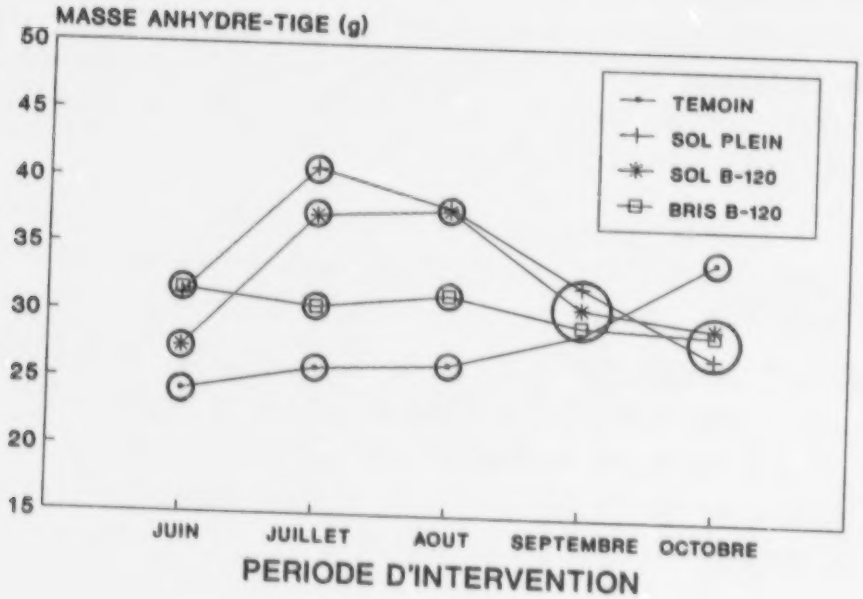




FIGURE 5.1 : EFFET DE LA HAUTEUR DU POINT DE COUPE ET DE LA PÉRIODE D'INTERVENTION SUR LE TAUX DE MORTALITÉ DES SOUCHES ET L'INDICE DE LONGUEUR TOTALE DES REJETS (TAUX DE SURVIE X NOMBRE DE REJETS PAR SOUCHE X LONGUEUR MOYENNE DES REJETS) DEUX ANS APRÈS DÉGAGEMENT. RÉGION 01, SECTEUR 03 (FI-FR).




Deux moyennes comprises à l'intérieur d'un même cercle ne sont pas significativement différentes au seuil $\alpha = 0,05$. Moyennes ajustées par covariance et test de comparaisons multiples de moyennes SNK par période.

FIGURE 5.2 : EFFET DE LA PÉRIODE D'INTERVENTION SUR L'ACCROISSEMENT EN DIAMÈTRE ET LA MASSE ANHYDRE DE LA TIGE DES PLANTS (EPN), DEUX ANS APRÈS LE PREMIER DÉGAGEMENT. RÉGION 01, SECTEUR 03 (FI-FR).

Il est intéressant de rappeler à ce sujet que la croissance de l'épinette noire s'effectue globalement de la mi-juin à la mi-juillet concernant la hauteur et qu'en août, environ 80% de la croissance en diamètre est complétée, tel que relevé au cours d'observations phénologiques sur les sites expérimentaux. D'autre part, la biomasse foliaire de l'épilobe et des tiges fructifères du framboisier est maximale en juillet alors que c'est en août qu'un sommet est atteint pour le cerisier de Pennsylvanie, l'érable à épis et les turions de framboisiers. Ces observations peuvent donc expliquer en partie l'effet de la période dans la mesure où l'élimination de la compétition constitue un avantage lorsque réalisée au cours d'une période correspondant à l'intensité maximale d'activité physiologique.

Mentionnons enfin que le dispositif principal établi dans le type de compétition Fi-Fr a été conçu de façon à relever exclusivement l'efficacité du dégagement et en ce sens, l'effet de la période est évalué avec plus de précision que dans le type Fr-Ep pour lequel, en outre, le dégagement a débuté au mois de juillet.

## 5.3 Sommaire

- Pour les deux types de compétition, la reprise de la végétation concurrente a été relativement vigoureuse suite au dégagement, de sorte que 2 ou 3 ans après traitement, des écarts de moins de 15% sur la couverture, le nombre de tiges et la hauteur moyenne ont été observés entre les parcelles témoins et traitées.

- Dans le type de compétition Fr-Ep, les plants ont réagi, trois ans après le premier traitement, par des gains moyens de 18% en diamètre et de 11% en hauteur.

- Dans le type de compétition Fi-Fr, les gains en diamètre varient, selon les secteurs, de 11 à 48% en moyenne, alors que l'accroissement cumulatif en hauteur a montré des écarts variant de -9 à +15%, aucune n'étant cependant statistiquement significative.

- Dans tous les dispositifs, le dégagement n'a pas permis d'augmenter le taux de survie des plants traités.

- La croissance en diamètre a réagi de façon proportionnelle à l'intensité du dégagement.

- Des différents modes de coupe expérimentés, aucun n'a montré d'avantage significatif par rapport à la coupe conventionnelle des tiges au niveau du sol.

- À ce jour, l'effet d'un second traitement ne s'est manifesté de façon significative, que par un gain supplémentaire de 9% sur la croissance en diamètre dans le type Fi-Fr.

- Enfin, l'effet de la période d'intervention, étudiée principalement dans le type Fi-Fr, apparaît déterminante. Les traitements réalisés en période de croissance (juin, juillet et août) présentent une efficacité supérieure par rapport à ceux réalisés en septembre et octobre, juillet étant toujours apparu parmi les meilleurs mois.

## 6. ANALYSE COÛTS/EFFICACITÉ

Ce chapitre présente sommairement les étapes menant à la détermination et à la comparaison des ratios coûts/efficacité pour les traitements réalisés dans le type de compétition Fr-Ep. Des résultats relatifs au type Fi-Fr sont également présentés, sous réserve d'être issus d'un dispositif expérimental ayant pour principal objectif l'évaluation de l'efficacité biologique.

Rappelons que l'étude de productivité a été réalisée dans le type de compétition Fr-Ep à l'été 1984. Par conséquent, l'analyse coûts/efficacité ne porte que sur des traitements effectués à une seule reprise. Notons par ailleurs que les faibles gains observés sur la croissance des plants à la suite d'un second dégagement (tous inférieurs à 10%), ne justifieraient pas, au vu des données actuelles, les coûts supplémentaires entraînés par des répétitions de traitement.

Mentionnons enfin que les traitements de coupe et badigeonnage de souches n'ont pas été retenus dans le cadre de cette analyse en raison, d'une part, des résultats d'efficacité biologique qui s'apparentent de façon générale à ceux obtenus pour la coupe mécanique au sol et, d'autre part, du fait qu'ils constituent des traitements complémentaires aux principaux traitements expérimentés.

### 6.1 Coûts du dégagement manuel

Les coûts présentés sont représentatifs d'opérations pour lesquelles les ouvriers ont été rémunérés sur une base horaire. Aussi, les frais de technique, d'ingénierie, de planification des travaux et d'administration ne sont pas inclus, compte tenu des variations de ces coûts selon l'unité administrative réalisant les travaux. Les coûts considérés sont par conséquent des coûts directs d'opération.

Le coût horaire de la main-d'oeuvre a été établi à partir des taux horaires versés par le MER, en 1988, aux ouvriers sylvicoles (12,04 $) et aux aides sylvicoles (11,34 $), majorés pour tenir compte de la prime pour employés occasionnels (11,12%), des vacances (8%), des temps de pause quotidienne (6,9%) et des temps d'arrêt payés et causés par la pluie (1,4%). Un ratio de 1 ouvrier sylvicole (superviseur) pour 10 aides sylvicoles ayant été retenu, le coût global imputable à la main-d'oeuvre s'établit à 16,32 $/heure.

Les coûts relatifs à l'équipement ont été déterminés par heure productive d'utilisation. Ils sont constitués des frais d'amortissement des outils de dégagement (incluant l'équipement de sécurité) ainsi que des frais de fonctionnement (essence et huile) spécifiques aux traitements et des frais d'entretien (pièces et réparation) déterminés pour l'ensemble des traitements mécanisés. Comptabilisés au moment des opérations en 1984, les coûts ont été actualisés en 1988 au taux annuel de 4%.

Le tableau 6.1 permet de comparer les coûts moyens par hectare en périodes feuillée et non feuillée, combinant les coûts de main-d'oeuvre ($ de 1988/heure-pers. totale) et les coûts de l'équipement et de l'outillage ($ de 1988/heure-pers. productive).

L'analyse des coûts directs d'opération confirme la tendance au regroupement des traitements selon le degré de mécanisation identifiée dans l'étude de productivité et ce, pour les deux périodes d'intervention. Les traitements mécanisés sont les plus économiques (468 $/ha à 642 $/ha, alors que les traitements d'éradication manuelle présentent les coûts les plus élevés (plus de 1 096 $/ha). L'utilisation d'outils manuels génèrent des coûts intermédiaires variant de 718 $/ha à 944 $/ha.

En considérant strictement la productivité, le dégagement mécanique et manuel s'est avéré plus économique lorsque pratiqué après la chute des

TABLEAU 6.1: COÛTS MOYENS À L'HECTARE[1] POUR LES TRAITEMENTS RÉALISÉS DANS LE TYPE DE COMPÉTITION FR-EP EN PÉRIODES FEUILLÉE ET NON FEUILLÉE. TEST DE COMPARAISONS MULTIPLES DE MOYENNES DE DUNCAN[2].

| TRAITEMENT | TEMPS PRODUCTIF (hres-pers. /hectare) A | COÛT D'ÉQUIPEMENT ($/hre prod.)[1] B | TEMPS TOTAL (hres-pers. /hectare) C | COÛT MAIN-D'OEUVRE ($/hre-pers.)[1] D | COÛT TOTAL ($ /ha)[1] (AXB) + (CXD) | Δ Période |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PÉRIODE FEUILLÉE | | | | | | |
| SC B80 | 20,9 | 1,94 | 26,2 | 16,32 | 468 a | |
| SC R60 | 28,0 | 2,06 | 35,8 | 16,32 | 642 ab | |
| SER R40 | 49,0 | 0,17 | 51,5 | 16,32 | 849 bc | |
| CIS R60 | 53,3 | 0,08 | 54,3 | 16,32 | 891 bc | |
| SER R60 | 56,0 | 0,17 | 57,3 | 16,32 | 944 c | |
| ERA R40 | 65,4 | -- | 67,2 | 16,32 | 1 096 cd | |
| ERA R60 | 72,1 | -- | 74,7 | 16,32 | 1 219 d | |
| PÉRIODE NON FEUILLÉE | | | | | | |
| SC R60 | 24,4 | 1,99 | 29,1 | 16,32 | 523 a | 119* |
| SER R60 | 42,8 | 0,17 | 43,6 | 16,32 | 718 b | 226* |
| CIS R60 | 46,2 | 0,08 | 48,2 | 16,32 | 790 b | 101 |
| ERA R60 | 74,8 | -- | 76,9 | 16,32 | 1 255 c | -36 |

1: Les coûts ont été capitalisés en 1988 à l'aide d'un taux annuel moyen de 4%.
2: Deux moyennes pour une même période suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles au seuil $\alpha = 0,05$.
*: Différence significative au seuil $\alpha = 0,05$.

feuilles alors que des réductions de 119 $/ha et 226 $/ha ont été observées pour les traitements SC R60 et SER R60 respectivement en comparaison des coûts obtenus en période feuillée.

## 6.2 Évaluation de l'efficacité globale des traitements

La masse anhydre de la tige des plants, obtenue à l'aide de tarifs de biomasse calculés pour les fins spécifiques de l'étude, a été retenue pour exprimer, de façon globale, l'efficacité des traitements dans le cadre de l'analyse coûts/efficacité. D'une part, elle permet d'intégrer les effets individuels observés sur les croissances en hauteur et en diamètre et, d'autre part, elle est apparue être la variable la plus susceptible de présenter une bonne corrélation avec les rendements additionnels escomptés à maturité. Combinée à la densité de la plantation (tiges/ha), elle permet d'obtenir la masse totale des tiges à l'hectare.

## 6.3 Ratio coûts/efficacité

Les coûts utilisés dans le calcul du ratio correspondent aux coûts directs d'opération du tableau 6.1, alors que le dénominateur représentant l'efficacité biologique correspond au différenciel de masse anhydre des tiges à l'hectare entre les parcelles traitées et témoins.

### 6.3.1 Type de compétition Fr-Ep

Parmi les traitements qui ont montré des effets positifs, la coupe au sol à l'aide de la scie circulaire sur rayon de 60 cm effectuée en période non feuillée (SC R60 NF) apparaît être le traitement le plus économique avec un coût de 26 $ par kilogramme additionnel généré par le dégagement (tableau 6.2). La serpe italienne utilisée pour un

TABLEAU 6.2: RATIOS COÛTS/EFFICACITÉ DES TRAITEMENTS RÉALISÉS DANS LE TYPE DE COMPÉTITION FRAMBOISIER-ÉPILOBE.

| TRAITEMENT | MASSE ANHYDRE TOTALE-TIGES (kg/ha) | GAIN EN MASSE ANHYDRE (TR-TE) (kg/ha) | COÛT TOTAL ($/ha)[1] | COÛT/ EFFICACITÉ ($/kg)[1] |
|---|---|---|---|---|
| SC R60 NF | 107,0 | 20,4 | 523 | 26 |
| SER R60 NF | 107,0 | 20,4 | 718 | 35 |
| CIS R60 NF | 107,0 | 20,4 | 790 | 39 |
| SC R60 F | 123,6 | 16,3 | 642 | 39 |
| CIS R60 F | 123,6 | 16,3 | 891 | 55 |
| SER R60 F | 123,6 | 16,3 | 944 | 58 |
| ERA R40 F | 120,5 | 13,2 | 1 096 | 83 |
| ERA R60 F | 116,1 | 8,8 | 1 219 | 139 |
| SER R40 F | 110,1 | 2,8 | 849 | 306 |
| SC B80 F | 95,3 | -12,0 | 468 | --- |
| ERA R60 NF | 76,9 | -9,7 | 1 255 | --- |
| TÉMOIN F | 107,3 | --- | --- | --- |
| TÉMOIN NF | 86,6 | --- | --- | --- |

[1]: Les coûts ont été capitalisés en 1988 à l'aide d'un taux annuel moyen de 4%.

dégagement sur rayon de 40 cm en saison feuillée (SER R40 F) présente le coût le plus élevé (306 $/kg), alors que les traitements SC B80 F et ERA R60 NF ont présenté des masses anhydres totales à l'hectare inférieures aux témoins.

Ainsi, pour le type Fr-Ep, les coûts totaux à l'hectare s'avèrent déterminants, dans la mesure où le gain observé sur la masse anhydre de la tige des plants a peu varié d'une période à l'autre, comparativement aux coûts. Ainsi, les ratios indiquent que les traitements effectués en période non feuillée ont été plus avantageux dans ce type de compétition, sur une base coûts/efficacité.

Le traitement qui s'est avéré le plus économique est donc la coupe au sol sur rayon de 60 cm réalisé à l'aide de la scie circulaire en période non feuillée qui a entraîné des coûts de 523 $/ha et de 26 $/kg de biomasse supplémentaire.

### 6.3.2 Type de compétition Fi-Fr

Malgré l'absence d'étude formelle de productivité, des ratios pour les traitements réalisés dans le type de compétition Fi-Fr ont été calculés en vue d'identifier la pratique la plus avantageuse parmi les techniques expérimentées. A cette fin, le calcul des coûts a été effectué à partir d'hypothèses découlant des résultats obtenus pour les traitements à la scie circulaire, dans le type de compétition Fr-Ep et des chronométrages globaux réalisés lors du dégagement des parcelles d'efficacité (0,18 ha), dans le type Fi-Fr. Soulignons que le traitement par bris des tiges n'a pas été retenu, sa productivité et son efficacité biologique étant moindre que ceux observés pour le traitement à la scie circulaire sur bande de 120 cm.

Le coût total des traitements de coupes au sol en plein (SOL PLEIN) et sur bande de 120 cm (SOL B120) a été obtenu par période d'opération, soit les mois de juin à octobre.

Le gain en biomasse des tiges a été établi à partir de l'ensemble des parcelles ayant subi un seul dégagement, regroupées par traitement et période d'intervention.

Le tableau 6.3 présente les ratios moyens relatifs aux deux principaux traitements réalisés. Il est possible de reconnaître que, d'une part, les valeurs sont minimales pour le dégagement effectué pendant la période de croissance (surtout juillet et août) et que, d'autre part, le traitement SOL B 120 apparaît plus avantageux en général que le traitement SOL PLEIN.

Ainsi, les coûts supplémentaires occasionnés par la coupe en plein sembleraient trop élevés pour favoriser cette technique, eu égard aux avantages qu'elle offre sur le plan biologique à court terme. En moyenne, le coût à l'hectare se situe à près du double de celui obtenu pour la coupe sur bande de 120 cm qui semble, à ce stade, le traitement le plus avantageux, lorsque réalisé en juillet et août (35 $ 1988/kg). Il est possible cependant qu'à plus long terme, ces résultats soient sensiblement modifiés, notamment par l'influence des feuillus résiduels des interbandes, sur la croissance future des plants.

Il importe d'insister sur le fait que les coûts présentés dans cette section constituent des estimations appuyées, d'une part, par des hypothèses de calcul issues de l'analyse de productivité effectuée dans le type Fr-Ep et d'autre part, des productivités mesurées dans le dispositif d'efficacité où les parcelles et les équipes de travail étaient de dimension plus réduite. Par conséquent, les coûts présentés sont sans doute sensiblement différents de ce qui pourrait être obtenu lors de travaux exécutés sur une base opérationnelle, tels que réalisés dans le

TABLEAU 6.3: RATIOS COÛTS/EFFICACITÉ DES TRAITEMENTS RÉALISÉS DANS LE TYPE DE COMPÉTITION FEUILLUS INTOLÉRANTS-FRAMBOISIER.

| TRAITEMENT: période | MASSE ANHYDRE TOTALE-TIGES (kg/ha) | GAIN EN MASSE ANHYDRE (TR-TE) (kg/ha) | COÛT TOTAL ($/ha)[1] | COÛT/ EFFICACITÉ ($/kg)[1] |
|---|---|---|---|---|
| SOL PLEIN: | | | | |
| juin | 43,4 | 12,9 | 1 196 | 92 |
| juillet | 50,6 | 19,4 | 1 188 | 61 |
| août | 56,0 | 14,7 | 1 449 | 99 |
| septembre | 50,6 | 6,0 | 1 029 | 170 |
| octobre | 24,5 | -14,9 | 778 | --- |
| SOL B120: | | | | |
| juin | 38,0 | 7,6 | 769 | 101 |
| juillet | 49,9 | 18,6 | 667 | 36 |
| août | 64,7 | 23,4 | 813 | 35 |
| septembre | 42,8 | -1,8 | 508 | --- |
| octobre | 30,8 | -8,6 | 318 | --- |
| TÉMOIN: | | | | |
| juin | 30,4 | -- | -- | -- |
| juillet | 31,3 | -- | -- | -- |
| août | 41,3 | -- | -- | -- |
| septembre | 44,6 | -- | -- | -- |
| octobre | 39,4 | -- | -- | -- |

1: Les coûts ont été capitalisés en 1988 à l'aide d'un taux annuel moyen de 4%.

type Fr-Ep. Les résultats demeurent néanmoins valables sur la base des comparaisons relatives entre les traitements et les périodes.

Mentionnons finalement que ces analyses sont appuyées sur des résultats d'efficacité à court terme, soit deux et trois ans après traitement. Le suivi à moyen terme des dispositifs permettra d'associer les résultats sur la croissance des plants traités et témoins à des tables de rendement. Les gains en volume ainsi estimés pourront être utilisés dans le contexte plus large d'une étude avantages-coûts, permettant d'évaluer la rentabilité économique et financière réelle des traitements.

## 6.4 Sommaire

- Malgré les coûts horaires plus élevés reliés à l'utilisation d'une scie circulaire, la plus grande productivité atteinte lors de l'utilisation de cet outil en fait le traitement le moins coûteux, suivi des outils manuels et de l'éradication.

- Pour le type de compétition Fr-Ep, les coûts d'opération significativement inférieurs, de même que les différences d'efficacité observées entre les saisons tendent à favoriser le dégagement à la scie circulaire effectué après la chute des feuilles.

- Pour le type Fi-Fr, les gains en masse anhydre de la tige observés deux ans après des traitements effectués en juillet et août ont été suffisant pour justifier les coûts à l'hectare reliés à l'utilisation de la scie circulaire sur bande de 120 cm en période feuillée. Cependant, le suivi de l'efficacité des traitements pourrait éventuellement justifier les coûts suppélmentaires reliés à la coupe en plein.

## 7. RECOMMANDATIONS ET CONCLUSIONS

Les résultats de l'étude permettent de suggérer, pour de jeunes plantations de conifères du Québec méridional soumises à un problème de compétition, les stratégies optimales d'intervention par voie mécanique.

Ainsi, lors de travaux de dégagement, la scie circulaire constitue un outil à privilégier. Relativement sécuritaire pour l'opérateur, elle a permis de réduire les coûts directs d'opération de l'ordre de 35% en moyenne, comparativement aux outils manuels. Certains de ces outils, comme la serpe italienne qui est maintenant commercialisée au Québec, sont bien adaptés aux travaux de dégagement et sont utilisés de longue date en Europe. Bien qu'ils ne rivalisent pas avec la scie circulaire, leur utilisation peut parfois être envisagée pour des travaux de faible envergure.

Quant à l'éradication manuelle, il va sans dire qu'il ne s'agit pas d'une technique envisageable sur le plan opérationnel. Son utilisation, dans le cadre de l'étude, a cependant permis de déterminer que l'extraction du système racinaire ne permettait pas de réduire significativement le dynamisme subséquent de la végétation adventice par rapport au simple sectionnement des tiges, compte tenu de la forte capacité de reproduction (végétative ou par graines) et de colonisation des espèces pionnières.

Le dégagement devrait donc, de préférence, être effectué par une coupe se rapprochant du niveau du sol, en tenant compte toutefois des déchets de coupe présents sur le parterre au moment des opérations. Le point de coupe devra ainsi se situer entre 0 et 15 cm, ces deux hauteurs ayant permis de minimiser la hauteur totale des rejets de tiges feuillues par rapport aux coupes effectuées à 45 et 75 cm. Rappelons, à ce titre, que la coupe des tiges au-dessus des plants n'a pas procuré d'avantage sur

le plan de l'efficacité biologique par rapport à la coupe au sol. Il en est de même du bris partiel des tiges et de la double coupe et ce, pour les principales espèces de compétition.

Dans le type de compétition Fr-Ep, l'intensité de dégagement doit tenir compte de l'outil utilisé. Ainsi, une coupe sur rayon de 60 cm autour des plants ou éventuellement une coupe par bande est mieux adaptée à la scie circulaire qu'une coupe sur rayon de 40 cm. Dans le type de compétition Fi-Fr, le dégagement effectué sur bande de 120 cm s'avère plus avantageux que le dégagement en plein, sur la base des ratios coûts/efficacité estimés à court terme. Il est possible cependant qu'à plus long terme, cette relation soit sensiblement modifiée, notamment par l'influence des feuillus résiduels laissés lors de la coupe par bande sur la croissance future des plants. Un remesurage ultérieur devrait permettre de préciser la norme à respecter concernant la largeur de bande.

En ce qui concerne la période de traitement, un meilleur contrôle de la végétation de compétition sera obtenu pour le dégagement pratiqué pendant la période de croissance, plus particulièrement durant les mois de juillet et d'août. Conséquemment, les plants répondront davantage au dégagement effectué au cours de cette période.

Dans l'ensemble, bien que l'efficacité biologique observée sur les plants deux et trois ans après dégagement est somme toute relativement faible (aucune différence sur la croissance n'étant à ce jour oculairement appréciable entre les places traitées et témoins), l'étude aura démontré qu'il existe un effet réel du dégagement mécanique et il importe de connaître à quel point, et par conséquent de quelle façon, les effets relevés jusqu'à présent se manifesteront sur les rendements futurs. Il apparaît donc important d'assurer un suivi de l'ensemble ou d'une partie des dispositifs expérimentaux pour, à tout le moins, rendre possible le rattachement des résultats obtenus à des tables de rendement permettant de prévoir l'efficacité des traitements à long terme.

Ces remesurages, notamment par le suivi des parcelles témoins, permettraient également de préciser les résultats déjà obtenus dans le cadre de l'étude, quant à l'influence de la végétation de compétition sur le rendement des plantations et à l'établissement d'indices de compétition permettant d'identifier les besoins réels en dégagement, en fonction de seuils de rentabilité, tant économique que financière.

Dans cette perspective, cette étude aura entre autres fourni des données de base permettant une meilleure connaissance du dynamisme de la végétation de compétition et de son influence sur la croissance des jeunes plantations. Cependant, elle aura surtout permis l'obtention de résultats probants sur la productivité et l'efficacité à court terme de différentes techniques de dégagement mécanique et manuel qui, espérons-le, permettront de guider dans leurs choix les gestionnaires forestiers au cours des prochaines années, notamment dans le cadre de l'application des lois québécoises sur les forêts et sur les pesticides.

## PRINCIPAUX OUVRAGES CITÉS ET CONSULTÉS

ALM, A.A. 1974. Pine tubelling survival varies with vegetative competition. Thee Planter's Notes 25(1):33-36.

ANDEL, J. Van. 1975. A study of the population dynamics of the perennial plant species Chamaenerion angustifolium (L.). Oecologia 19:329-337.

ARRON, G.P. 1983. Factors affecting stump sprouting and root suckering in woody species. Ontario Hydro Research Division. Report No. 3-234-K. 31 p.

AUCHMOODY, L.R. 1979. Nitrogen fertilization stimulates germination of dormant pin cherry seed. Can. J. For. Res. 9(4):514-516.

AUSSENAC, G. 1970. Gelées tardives et jeunes peuplements forestiers. Revue forestière française 23:204-211.

AUSSENAC, G. 1986. La maîtrise du micro-climat en plantation. Revue forestière française 38(3):285-292.

BARRETT, J.W. 1970. Ponderosa pine saplings respond to control of spacing and understory vegetation. USDA For. Serv., Pacific Northwest For. and Ran. Exp. Stn., Res. Pap. PNW-106. 16 p.

BARRETT, J.W. 1973. Latest results from the pringle falls ponderosa pine spacing study. USDA For. Serv., Pacific Northwest For. and Ran. Exp. Stn., Res. Note PNW-209. 21 p.

BARRING, U. 1982. Methods of brush control-efficiency, costs and consequences in Weeds and Weed control, 23rd Swedish Weed Conference, Uppsala. Vol. 1:26-39.

BASKERVILLE, G.L. 1959. Softwoods respond to weeding. Pulp and paper Mag. Can. 60(8):140, 144.

BASKERVILLE, G.L. 1961. Development of immature balsam fir following crown release. Can. Dept. For., For. Res. Div., Tech. Note 101. 15 p.

BASKERVILLE, G.L. 1961. Response of young fir and spruce to release from shrub competition. Canada Dept. of For. Res. Div., Tech. Note No. 98. 14 p.

BASKERVILLE, G.L. 1963. White birch and pin cherry may not suppress young balsam fir. Can. Dept. For. Res., Mimeo rep. 63-M-24.

BÉLANGER, P., L. Laberge, R. Lamarre et P. Léveillé. 1982. Étude d'impact sur l'environnement des pulvérisations aériennes de phytocides en milieu forestier. Gouv. du Québec, min. de l'Énergie et des Ressources, Serv. Pép. et Reb. 61 p.

BERG, H., P.O. Backstrom, R. Gustavsson and B. Hagglund. 1975. System analysis of cleaning of young stands. Logging research foundation (Skogsarbeten, Sweden), Report No. IE. 79 p.

BERNSTEIN, A. 1977. Seven immediate impact consequences resulting from the use of a chain-saw to control brush. Josephine County Forestry Department.

BERRY, A.B. and W.M. Stiell. 1978. Effect of rotation length on productivity of aspen sucker stands. For. Chron. 54:265-267.

BICKNELL, S.H. 1982. Development of canopy stratification during early succession in northern hardwoods. Forest Ecology and Management 4:41-51.

BRAND, D.G. 1986. A competition index for predicting the vigour of planted Douglas-fir in southwestern British Columbia. Can. J. For. Res. 16:23-29.

BRAND, D.G., G.F. Weetman and P. Reshler. 1987. Growth analysis of perennial plants: the relative production rate and its yield components. Annals of Botany 59:45-53.

BRAND, D.G., and Janas, P.S. 1988. Growth and acclimatation of planted white pine and white spruce seedlings in response to environmental conditions. Can. J. For. Res. 18:320-329.

BRINKMAN, K.A. and F.G. Liming. 1961. Oak and pine reproduction responds to overhead release. J. For. 59(5):341-346.

CARTER, G.A., J.H. Miller, D.E. Davis and R.M. Patterson. 1984. Effect of vegetative competition on the moisture and nutrient status of loblolly pine. Can. J. For. Res. 14:1-9.

CLARK, F.B. and F.G. Liming. 1953. Sprouting of blackjack oak in the Missouri ozarks. USDA For. Serv., Central States For. Exp. Stn., Tech. Pap. No. 137. 23 p.

CONARD, S.G. and S.R. Radosevich. 1982. Growth responses of white fir to decreased shading and root competition by montane chaparral shrubs. For. Sci. 28(2):309-320.

COOLEY, J.H. and W.B. Lord. 1958. A study of aspen-balsam fir cutting methods in northern Wisconsin - five-year results. J. For. 56(10): 731-736.

CROSSLEY, D.I. 1976. Growth response of spruce and fir to release from suppression. For. Chron. 52:189-193.

EGLEY, G.H. and J.M. Chandler. 1983. Longevity of weed seeds after 5.5 years in the Stoneville 50-year buried-seed study. Weed science 31:264-270.

EIS, S. 1981. Effect of vegetative competition on regeneration of white spruce. Can. J. For. Res. 11(1):1-8.

FITZGERALD, R.D. and J. Hoddinott. 1983. The utilization of carbohydrates in aspen roots following partial or complete top removal. Can. J. For. Res. 13(4):685-689.

F.R.D.F. inc. 1986. Dégagement mécanique et manuel de jeunes plantations de conifères: étude de productivité et d'efficacité. Rapport exécutif: Phase III, mars 1986. Présenté au ministère de l'Énergie et des Ressources. 307 p.

F.R.D.F. inc. 1987. Dégagement mécanique et manuel de jeunes plantations de conifères: étude de productivité et d'efficacité. Phase IV, rapport exécutif, mars 1987. Présenté au ministère de l'Énergie et des Ressources. 175 p.

F.R.D.F. inc. 1988. Dégagement mécanique et manuel de jeunes plantations de conifères: étude de productivité et d'efficacité. Rapport final, volume I et II. Présenté au ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. 328 p.

GRABER, R.E. and D.F. Thompson. 1978. Seeds in the organic layers and soil of four beech-birch-maple stands. USDA For. Serv., Res. Pap. NE - 401. 8 p.

GRATKOWSKI, H. and P. Lauterbach. 1974. Releasing Douglas-Firs from varnishleaf ceanothus. J. For. 72(3):150-152.

GRIZZLE, J.E., C.F. Starmer and G.G. Koch. 1969. Analysis of categorical data by linear models. Biometrics 225:489-504.

HARRINGTON, C.A. 1984. Factors influencing initial sprouting of red alder. Can. J. For. Res. 14:357-361.

HATCHELL, G.E. 1964. Immediate release needed for maximum growth of seeded loblolly pine. Tree Planter's Notes. 66:19-22.

HATCHER, R.J. 1967. Response to balsam fir and red spruce to release from hardwood competition. Pulp and Paper Mag. Can., Woodlands Reviews (June 1967):287-293.

HUCKENPAHLER, B.J. 1954. Poisoning versus girdling to release underplanted pines in north Mississippi. J.For. 52(4):266-268.

HUITEMA, B.E. 1980. The analysis of covariance and alternatives. John Wiley and Sons. 445 p.

HUSS, J. and R. Wachendorf. 1977. The effect of mechanical and chemical release on the growth of spruce and pine. Weed Research 17(1):11-24.

KIMUS, J. 1977. Étude comparative de plusieurs méthodes de dégagement des plantations résineuses. Bulletin de la Société Royale Forestière de Belgique 84(4):209-225.

KNOWE, S.A., L.R. Nelson and D.H. Gjerstad. 1983. Third year growth response of loblolly pine to herbaceous weed control. Auburn University Silvicultural Herbicide Cooperative, Department of Forestry, Auburn University, AL36849.

KRAMER, P.J. and T.T. Kozlowski. 1979. Physiology of woody plants. Academic Press. 811 p.

LA BONTE, G.A. and R.W. Nash. 1978. Cleaning and weeding paper birch: a 24-year case history. J. For. 76(4):223-225.

LANIER, L. 1981. Les dégagements et nettoiements en futaie feuillue. Revue forestière française XXXIII. N°. sp. 1981. 19-40 p.

LANNER, R.M. 1985. On the insensitivity of height growth to spacing. For. Ecol. Manage. 13:143-148.

LEES, J.C. 1966. Release of white spruce from aspen competition in Alberta's spruce-aspen forest. Can. Dept. For., Dept. For. Pub. 1163. 15 p.

LEMON, D.J. 1981. Non-chemical tending in the boreal mixewood forest of Ontario; in Boreal mixewood symposium, COJFRC Symposium proceedings O-P-9, Can. For. Serv., Dept. of Environment. 234-238 p.

LOGAN, K.T. 1969. Growth of tree seedlings as affected by light intensity. IV. Black spruce, White spruce, Balsam fir, and Eastern White cedar. Can. For. Serv., Dep. of Fish. and For., Pub. No. 1256. 12 p.

MACLEAN, D.A. and M.G. Morgan. 1983. Long-term growth and yield response of young fir to manual and chemical release from shrub competition. For. Chron. 59(4):177-183.

MAINI, T.S. and K.W. Horton. 1966. Vegetative propagation of Populus spp.I Influence of temperature on formation and initial growth of aspen suckers. Can. J. Bot. 44:1183-1189.

MALO, C. 1983. Essai du pulvérisateur TT - F111 Tyovaline. Gouv. du Québec, min. de l'Énergie et des Ressources (rapport interne). 19 p.

MARKS, P.L. 1974. The role of Pin Cherry (Prunus pensylvanica L.) in the maintenance of stability in northern hardwood ecosystems. Ecol. Mono. 44:73-88.

MARQUIS, D.A. 1975. Seed storage and germination under northern hardwood forests. Can. J. For. Res. 5(3):478-484.

MARRS, R.H. 1984. Birch control on lowland heaths: mechanical control and the application of selective herbicides by foliar spray. J. of Applied Ecology 21:703-716.

MONTGOMERY, D.C. 1984. Design and analysis of experiments. 2nd edition. John Wiley and Sons. 538 p.

OXENHAM, R. 1983. A study on the effect of competing vegetation and browsing on early plantation performance. Nova Scotia, Dept. of Lands and Forests, Tech. Note No. 5. 4 p.

PETERSON, E.B. 1965. Inhibition of black spruce primary roots by a water-soluble substance in Kalmia angustifolia. For. Sci. 11:473-479.

PHILLIPS, J.B. 1970. Effect of cutting techniques on coppice regrowth. Quart. J. For. 64:220-223.

PLICE, M.J. and G.H. Hedden. 1931. Selective girdling of hardwoods to release young growth of conifers. J. For. 29(1):32-40.

RICHARDSON, J. 1984. Control of hardwood competition and release of softwood regeneration on a mixewood cutover in Western Newfoundland. Newfoundland Forest Research center, Info. report N-X-225. 23 p.

ROBERTS, C. 1980. Cooperative brush control study. Second year report. Catherine Roberts Reforestation Consultant, Corvallis Oregon. 29 p.

RUEL, J.-C. 1981. Guide sylvicole pour le contrôle de l'érable à épis. Mémoire de fin d'études. Faculté de Foresterie et de Géodésie, Université Laval. 68 p.

RUSSELL, T.E. 1969. Underplanting shortleaf pine. For.Far.29(1):10,17,18.

SCHIER, G.A. and A.D. Smith. 1978. Sucker regeneration in a Utah aspen clone after clearcutting, partial cutting, scarification and girdling. USDA For. Serv., Intermountain For. and Ran. Exp. Stn., Res. Note No. INT-253. 6 p.

SNEDECOR, G.W. and W.G. Cochran. 1980. Statistical methods. 7th edition. Iowa State University Press. Ames, Iowa. 507 p.

SOLOMON, D.S. and B.M. Blum. 1967. Stump sprouting of four northern hardwoods. USDA For. Serv., Northeastern For. Exp. Stn., Res. Pap. NE-59. 13 p.

STEEL, G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. 2nd edition. McGraw Hill Book Company. 633 p.

STENEKER, G.A. 1967. Growth of white spruce following release from trembling aspen. Can. Dept. For. And Rur. Dev., For. Branch, Dept. Pub. 1183. 16 p.

STERRETT, J.P., W.E. Chappell and G.M. Shear. 1968. Temperature and annual growth cycle effects on root suckering in Black Locust. Weed Sci. 16, 250-251.

STEWART, R.E., L.L. Gross and B.H. Honkala. 1984. Effects of competing vegetation on forest trees: a bibliography with abstracts. Washington, D.C.: U.S. Depart- ment of agriculture, Forest Service; loose-leaf.

STOECKELER, J.H. 1947. When is plantation release most effective? J. Forestry 45:265-271.

SUTTON, R.F. 1984. Plantation establishment in the boreal forest: Glyphosphate, Hexazinone and manual weed control. For. Chron. 60: 283-287.

THISE, L. 1960. Du débroussaillement et dégagement par produits chimiques et engins mécaniques. Bull. Soc. For. Belg. 67(8/9):304-307.

TONN, J.R. and R.T. Graham. 1982. The effect of brush competition and plastic mulch on moisture stress of planted Douglas-fir. USDA For. Serv., Intermountain For. and Ran. Exp. Stn., Res. Note No. INT3320. 4 p.

VINCENT, A.B. 1954. Release of balsam fir and white spruce reproduction from shrub competition. Can. Dept. of Res. and Dev., For. Branch, Sylvicul. Leaf. No. 100. 4 p.

VOGT, A.R. and G.S. Cox. 1970. Evidence for hormonal control of stump sprouting by oak. For. Sci. 16(2):165-171.

VON ALTHEN, F.W. 1981. Site preparation and post-planting weed control in hardwood afforestation: white ash, black walnut, basswood, silver maple, hybrid poplar. Can. For. Serv., Great Lakes For. Res. Cent.; Rep. O-X-325. 22 p.

VON ALTHEN, F.W. 1984. Mowing versus mechanical or chemical weed control in sugar maple afforestation. Tree planter's notes 35(3):28-31.

WAISTER, P.D. and M.R. Cormack. 1977. Competition between fruiting and vegetative phases in the red raspberry. J. of Horticultural Science 52:75-85.

WALSTAD, J.D. and P.J. Kuch. 1987. Forest vegetation management for conifer production. John Wiley and Sons. 523 p.

WHITNEY, G.G. 1982. The productivity and carbohydrate economy of a developing stand of Rubus idaeus. Can. J. Bot. 60:2697-2703.

WITTERING, W.O. 1974. Weeding in the forest: A work study approach. Forestry Commission Bulletin No. 48. 168 p.

ZUTTER, B.R., G.R. Glover and D.H. Gjerstad. 1986. Effects of herbaceous weed control using herbicides on a young loblolly pine plantation. Forest Science 32(4):882-899.

# ANNEXE A

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES ET ÉCOLOGIQUES DES SECTEURS EXPÉRIMENTAUX

TABLEAU A-1: CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES PLANTATIONS DES SECTEURS EXPÉRIMENTAUX.

| | BAS SAINT-LAURENT-GASPÉSIE (01) | | | QUÉBEC (03) | OUTAOUAIS (07) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SECTEUR | LAC TÉMISCOUATA (01) | LAC SQUATEC (02) | LAC ANNA (03) | LAC LIETTO (07) ET LAC BLANC (08) | LAC DUMAS (05) | LAC LESEL (06) |
| Latitude (N)<br>Longitude (O) | 47° 38'<br>68° 41' | 47° 40'<br>68° 32' | 47° 51'<br>68° 48' | 47° 15'<br>72° 02' | 46° 04'<br>75° 14' | 46° 03'<br>75° 15' |
| Préparation de terrain (année) | Marden (1981) | Marden (1981) (1982) | Barils et chaînes | Equisyl (1982) (1982) | Raumfix et Donaren | Donaren (1982) |
| Année de reboisement | Printemps 1982 | Printemps 1982 | Printemps 1983 | Printemps 1984 | Printemps 1984 | Automne 1982 |
| Essence (type) | EPN 1-2 | EPN 1-2 | EPN 1-2 | EPB Récip. | EPN Récip. | EPN 1-2 |
| Nombre plants/ha | 2 458 | 2 454 | 2 391 | 2 100 | 2 260 | 2 230 |
| % qualité mise en terre | 75,5 | 81,2 | 78,7 | 89,0 | 86,8 | -- |
| Taux de survie (%) | 85,9 (2 ans) | 78,8 (2 ans) | 82,3 (2 ans) | 97,3 (1 an) | 98,4 (1 an) | 77,0 (2 ans) |
| Compétition | Fr-Ep | Fr-Ep | Fi-Fr | Fi-Fr | Fi-Fr | Fi-Fr |

TABLEAU A-2: CARACTÉRISTIQUES DE LA VÉGÉTATION CONCURRENTE ET DES PLANTS LORS DE L'ÉTABLISSEMENT DES DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX.

| | BAS SAINT-LAURENT/ GASPÉSIE (01) | | QUÉBEC (03) | OUTAOUAIS (07) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | SECTEURS 01 et 02 | SECTEUR 03 | SECTEURS 07 ET 08 | SECTEUR 05 | SECTEUR 06 |
| Végétation concurrente totale | | | | | |
| Couverture (%) | 75,8 | 94,3 | 85,1 | 83,6 | 81,8 |
| Nbre tiges/$m^2$ | 42,1 | 59,8 | 38,3 | 43,3 | 58,2 |
| Hauteur (cm) | 68,6 | 67,3 | 50,8 | 54,3 | 60.8 |
| Framboisier | | | | | |
| Couverture (%) | 22,5 | 42,4 | 55,7 | 58,8 | 53,5 |
| Nbre tiges/$m^2$ | 18,1 | 40,7 | 35,9 | 41,0 | 51,7 |
| Hauteur (cm) | 51,8 | 60,6 | 49,4 | 55,7 | 61,2 |
| Plants | | | | | |
| Âge de la plantation | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 |
| Hauteur (cm) | 48,3 | 49,0 | 17,0 | 25,9 | 71,5 |
| Long. flèche (cm) | 12,6 | 11,5 | 4,0 | 12,2 | 22,6 |
| Diam. collet (mm) | 7,6 | 7,2 | 3,5 | 3,7 | 12,5 |
| Nbre plants/ha | 1 763 | 1 659 | 1 589 | 1 820 | 1 392 |
| Taux de survie (%) | 72 | 69 | 76 | 81 | 62 |

TABLEAU A.3: CARACTÉRISTIQUES ÉCOLOGIQUES DES SECTEURS EXPÉRIMENTAUX

| | BAS ST-LAURENT/GASPÉSIE (01) | | | QUÉBEC (03) | | OUTAOUAIS (07) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Secteur | 01 | 02 | 03 | 07 | 08 | 05 | 06 |
| Domaine ou sous-domaine[1] | Érablière et sapinière à bouleau jaune | | Sapinière à bouleau jaune | Sapinière à bouleau jaune | | Érablière à bouleau jaune et tilleul | |
| Région écologique[1] | 4a | | 5a | 5e | | 3c | |
| Degrés-jour[1] | 1220-1440 | | 1220-1440 | 1000-1220 | | 1440-1550 | |
| Indice d'aridité[1] | 120-125 | 120-125 | 100-125 | 50-150 | 50-150 | 125-175 | 125-175 |
| Dépôt[2] | 2c,8 | 8,1a | 2a | 2b | 1a | 2a | 2b |
| Drainage[3] | 3 et 5 | 3 à 6 | 2 à 5 | 2 et 3 | 3 et 4 | 2 et 3 | 2 et 3 |
| Pente[4] | A,B | A,B | A,B | A | B | A | A |
| Texture[5] | SL,LLi LLa | SL, LLi | SL, LLi Li | SL, LLi | SL | SL, LLi | SL |

[1] Source: Thibault M et D. Hotte, 1985. Ministère de l'Energie et des Ressources. Les régions écologiques du Québec méridional, 2ième approximation. Carte 1: 1 250 000

[2] Dépôt

1a Till différencié
2a Juxtaglaciaire
2b Épandage fluvio-glaciaire
2c Delta fluvio-glaciaire
8 Colluvions et till glaciaire

[3] Drainage

2- Rapide
3- Bon
4- Modéré
5- Imparfait
6- Mauvais

[4] Pente

A- Faible (0-15%)
B- Modérée (15-30%)

[5] Texture

SL -Sable limoneux
LLi- Loam limoneux
Li - Limon
LLa- Loam limono-argileux

# ANNEXE B

## ORGANIGRAMME GÉNÉRAL D'ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES QUANTITATIVES

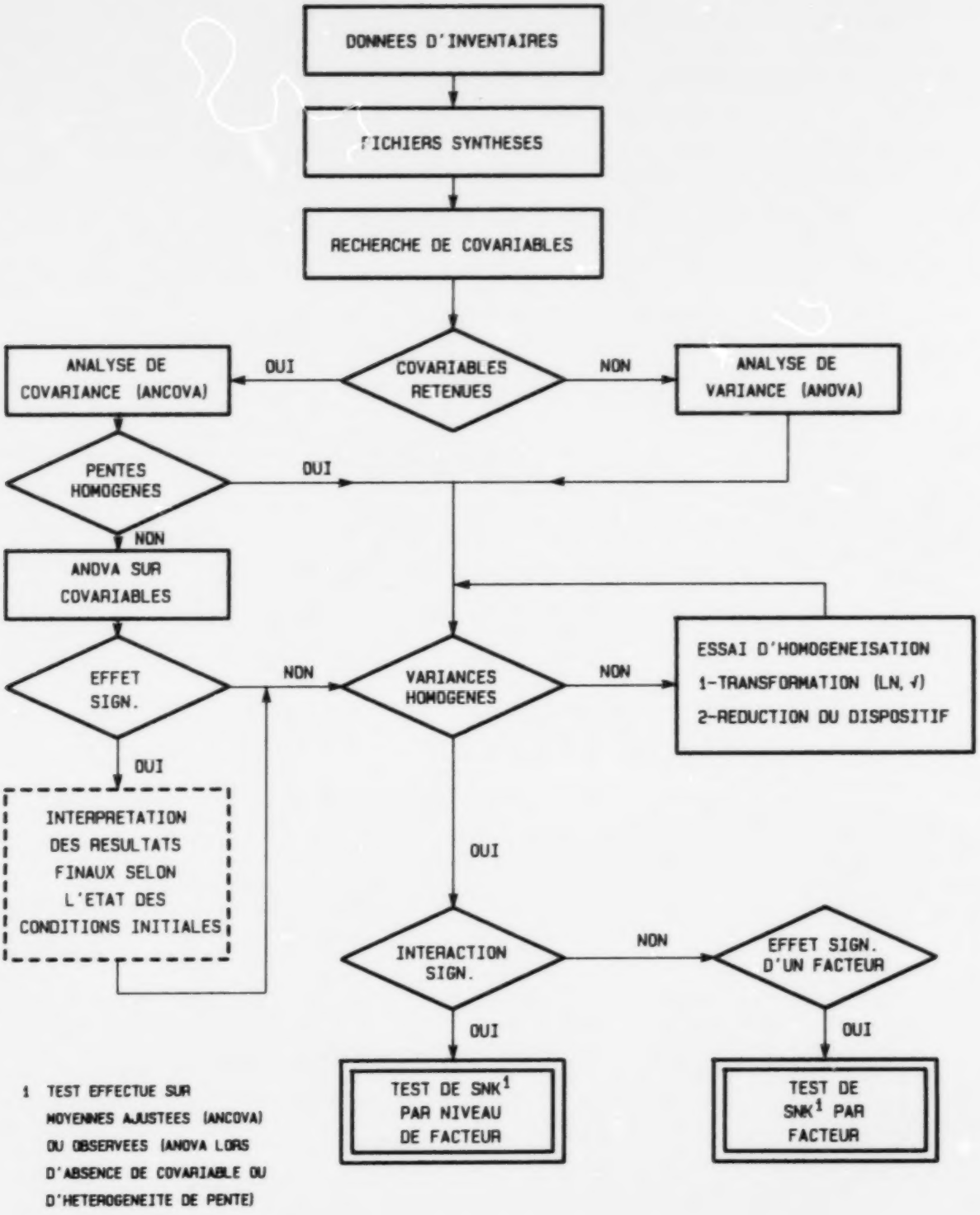



FIGURE B-1 : ORGANIGRAMME GÉNÉRAL D'ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES QUANTITATIVES.

# ANNEXE C

## INFLUENCE DE LA VÉGÉTATION CONCURRENTE SUR LES DOMMAGES CAUSÉS AUX PLANTS PAR UN GEL TARDIF

# ANNEXE C

## Influence de la végétation concurrente sur les dommages causés aux plants par un gel tardif

Un gel tardif particulièrement sévère a été enregistré dans l'ensemble du Québec durant la nuit du 3 juin 1986 et a affecté les plantations des trois régions retenues pour l'étude. En raison de l'importance du phénomène et des répercussions possibles sur la croissance des plants, un échantillonnage des dommages a été effectué dans les deux régions les plus touchées, soit les régions de Québec et de l'Outaouais.

Pour chaque plant, les informations suivantes ont été récoltées:

a) proportion des nouvelles pousses gelées (%);

b) gel de la flèche terminale;

c) présence d'une pousse de remplacement lors d'un gel de la flèche terminale.

Le tableau C-1 présente, par secteur, un sommaire des effets du gel tardif sur les plants d'épinettes (blanche et noire). Les deux secteurs les plus affectés sont ceux du Lac Lietto (Québec) et du Lac Lesel (Outaouais). Il est à noter que ces deux secteurs sont situés en terrain plat alors que les secteurs les moins affectés sont situés sur des bas et moyens versants.

TABLEAU C-1 EFFET DU GEL TARDIF SUR LES PLANTS D'ÉPINETTES (BLANCHE ET NOIRE) DANS LES RÉGIONS DE QUÉBEC (03) ET DE L'OUTAOUAIS (07)

| VARIABLE | RÉGION | | | |
|---|---|---|---|---|
| | QUÉBEC (03) | | OUTAOUAIS (07) | |
| PLANTS | LAC LIETTO (EPB) | LAC BLANC (EPB) | LAC DUMAS (EPN) | LAC LESEL (EPN) |
| Pousses gelées (%) | 48,0 | 4,4 | 7,5 | 28,4 |
| Flèches gelées (%) | 75,1 | 7,5 | 23,4 | 68,8 |
| Nouvelles flèches (%)[1] | 52,6 | 84,6 | 98,3 | 85,4 |

[1] Proportion de plants avec une nouvelle flèche parmi celles dont la flèche terminale initiale a gelé.

Le tableau C-2 montre, quant à lui, que le gel n'a pas affecté aussi sévèrement les plants des places témoins par rapport aux plants traités par coupe au sol en plein. La présence de végétation adventice dans les places témoins a donc permis de protéger en partie les plants contre la gelée tardive. Quant au traitement de dégagement sur bande de 120 cm, il semble que la présence de tiges résiduelles entre les bandes n'ait pas permis de protéger les plants.

TABLEAU C-2 INFLUENCE DU TYPE DE DÉGAGEMENT SUR LES DOMMAGES CAUSÉS PAR UN GEL TARDIF DANS DES PLANTATIONS (EPN ET EPB) DES RÉGIONS DE QUÉBEC (03) ET DE L'OUTAOUAIS (07)

| VARIABLE | TRAITEMENT | | | |
|---|---|---|---|---|
| | SOL PLEIN | SOL B120 | TÉMOIN | SIGN. |
| Pousses gelées (%) | 25,8 | 24,5 | 15,4 | * (0,037) [1] |
| Flèches gelées (%) | 52,0 | 42,5 | 38,7 | * (0,016) [2] |

[1] Signification du test de F.
[2] Signification du test de khi carré ($X^2$).

Un effet significatif des traitements a aussi été noté sur la fréquence des flèches terminales gelées (tableau C-2). Comme pour la proportion de pousses gelées, les plants dans les places témoins ont subi moins de dommages que ceux dégagés par le traitement SOL PLEIN. Dans ce cas-ci, le traitement SOL B-120 semble offrir une protection intermédiaire.

La gelée tardive peut donc avoir un impact important sur une plantation. Les plants dont la flèche terminale a gelé, même s'ils donnent lieu à une ou plusieurs pousses de remplacement, risquent de présenter une moins bonne conformation (flèches multiples, fourche, tige coudée). Dans les régions étudiées, les plants dégagés en plein par coupe au sol ont subi en moyenne 70% plus de dommages aux pousses annuelles que ceux situés dans les places témoins.

La probabilité d'un gel tardif peut donc faire partie des facteurs à considérer lors de l'établissement d'une plantation et de son dégagement subséquent. Ainsi, en considérant l'essence et la provenance des plants sur les sites plus susceptibles de présenter des problèmes de gels tardifs, tels que les platières des secteurs des Lacs Lesel et Lietto, la possibilité de retarder la période de dégagement jusqu'à ce que les risques de gel soient passés pourrait être envisagée.

Gouvernement du Québec
**Ministère de l'Énergie et des Ressources**

3508